Ag L85
11/2/60

農林學報

第七輯
JOURNAL OF
AGRICULTURE & FORESTRY
VOL. 7

目　　錄

大麥品質改良之研究（三）……汪呈因、黃天久……1
Research on the Improvement of the Quality of Barley (3) ……Teng-ying Ouang …18
不同森林土壤型上杉木之生長比較研究……林子玉……19
Comparative Studies on the increments of Chinese-fir in the different forest soils……Tzu-yu Lin…52
臺灣松柏部植物葉之解剖……謝萬權……53
The Anatomy of Coniferous Leaves in Taiwan……119
……Wang-chueng Shien
鉀肥與黃麻養分吸收量及產量之關係……盛澄淵、汪厥明、林銅鐘……120
Effects of Potash Dosage on Intake of Nutrients and Yields of Jute……C.Y. Sheng C.M. Wang T.C. Lin…130
臺灣豆科根瘤菌人工接種問題之研究……吳敏慧……131
Studies on Rhizobium Inoculation of Legumes in Taiwan ……Ming-huei Wu…178
蔗渣半纖維之分離及其生化學性質之研究……高青松……179
Studies on the Separation of Hemi-Celluloses of Cane-Bagasse and Their Biochemical Properties. Ching-sung Kao…195
大麥斑點病之研究……郭孟祥……196
Studies on Spot Blotch of Barley……Mong-shang Kuo…216
臺灣農村勞動供給曲線之基本形態及其彈性係數……吳春科……217
The Shape of Rural Labor Supplycurve and its Coefficient of Elastisity in Taiwan……Prof. Chwen-ko wu…222
臺灣農業推廣制度之研究……陳澤亞……223
The study of Agricultural Extension System in Taiwan… ……Tzer-yah Chen…240
鉀肥對於麻蕉生產效果之研究（第二報）……朱長志、范念慈……241
Studies on the Effect of Potassium Fertilizer upon the Production of Banana (Second Report) ……Chang-chih Chu & Nien-tze Fan ……248
The Horticultural Asqects of Dormancy……Pen-hsiang Li …249
The Comparative Amounts of Boron Requirement for the Growth of Sunflowers and Tomatoes……Shitao Yie Lo…258

臺灣省立農學院出版委員會編印
中華民國四十七年十二月一日出版

Published by
Taiwan Provincial College of Agriculture
Taichung, Taiwan, China
December 1958

臺灣省立農學院出版委員會

主任委員

羅　清　澤

委　員

汪呈因	李達才	盛澄淵	吳春科
程兆熊	關輔德	易希道	葛其龍
鄭謀平	李慶麐	李滌生	黃乃隆

大麥品質改良之研究(三)

Research on the Improvement of the Quality of Barley (3)

汪 呈 因　　黃 天 久

By

Teng-ying Ouang

一、引　　言

中國號稱以農立國、而製啤酒之原料大麥全由外國輸入，每年耗費大量外匯，言之殊有愧色！爲謀自給自足，筆者乃於 1952 年起接受臺灣省菸酒公賣局之委託舉辦大麥品質改良試驗，迄今已有六年，綜合報告，此爲第三次，第一次於農林學報第三輯 (1954) 第二次於農林學報第五輯 (1956) 。

本年度 (1956--57) 試驗與上年度，大致相同，其不同者有

(1) 品種比較試驗之參試品種再淘汰美 3 號及黑字 17 號兩品種。

(2) 灌溉次數試驗四年已得結果，本年改行抗旱試驗，以期選育抗旱品種。

(3) 肥料試驗，過去四年均證明三要素多量混合施用，則產量高，氮素含量多，本年度試驗則注意於比較氮、磷、鉀各施用量之多少，對大麥生長，產量及氮素含量之影響。

(4) 改良品種之目的，主在育成生育日數少 (120 天以內) ，千粒重大 (40 克以上) ， 氮素含量低 (2.00%以下) 以及抗病強，每公頃產量高至 2,000公斤以上之品種。所有栽培試驗，如播種期，播種量，肥料施量及灌溉次數或抗旱性等試驗之目的，其一在期求臺灣大麥栽培方法之改進，其二在試求用何種方法可控制或減少大麥子實內氮素之含量。

茲將本年度 (1956--57) 各項試驗方法，經過及結果，分述於後：

二、大麥品種比較試驗

一、試驗目的：

在現有優良中外大麥品種中，選擇產量高且適於釀造之品種，繁殖推廣之。

二、試驗地點：

臺中農學院農藝系試驗場

三、試驗材料：

東2號、東3號、印度6號、在來1號、東13號、美6號、埔鹽、旋風及金瓜等10品種。

四、試驗設計及田間規劃：

田間設計採逢機排列法，重複五次，每品種連植五行爲一小區，行長 4 公尺，行距 33 公分，邊區加設保護行三行，第一行作特性調查，中三行計算產量，第五行留爲種子，產量之計算以三行之克數乘 2.5 即得每公頃公斤數。播種量每行 10 克，由於各種之發芽率高低不同，爲求劃一起見，先舉行各品種發芽試驗，然後依發芽率計算各品種播種量。

五、試驗經過：

1. 整地：前作物爲水稻 (臺中 150 號) 於 10 月 29 日用蜈蚣犁耕起後， 再用鋤頭整平 (稻椿一概除去) 。

2. 施肥：11月1日施基肥，施用法爲撒佈法，施用量計 N,P,K 各 60 公斤/公頃全部用作基肥，以後未施任何追肥。

3. 播種：11月3日。種子消毒以 1000 倍 Granosan 液浸 1 小時。

4. 灌漑：第一次灌漑：播種後當日，
第二次灌漑：11 月 30 日，
第三次灌漑：1 月 29 日。

5. 中耕除草及培土：
第一次中耕除草：11 月 26 日，
培土 11 月 28 日，
第二次中耕除草：12 月 10 日。

6. 噴藥：46 年 1 月 8 日噴波爾多液（加Malathion）。
46 年 1 月 14 日噴波爾多液（加Malathion）。
46 年 1 月 19 日噴 Malathion。
46 年 1 月 24 日噴波爾多液（加Malathion），已抽穗者只噴 Malathion。

7. 其他：46 年 1 月 3 日割尾，因生長過盛，恐其倒伏故。

六、試驗結果：(1) 各品種小區產量如下表：

第一表 大麥品種比較試驗各小區產量（1956—1957）

Table 1. Yields of 10 Varieties of Barley in a Randomized Block Trial

品種 Varieties ＼ 區集 Block	I	II	III	IV	V	和 Total	平均 Mean
東2號 Tung No: 2	1110	915	1058	1178	1114	5375	1075.0
東3號 Tung No: 3	670	1015	1020	1005	813	4523	904.6
印度6號 India No: 6	834	1075	748	925	900	4482	896.4
金瓜種 Golden Melon	730	793	754	700	782	3764	752.8
在來一號 Tsai Lai No: 1	702	792	900	840	868	4102	820.4
東13號 Tung No. 13	998	1060	1135	1220	1220	5633	1126.6
東31號 Tung No. 31	582	795	614	325	750	3066	613.2
美6號 Mei No. 6	702	795	735	650	790	3672	734.4
埔鹽 Poo-Yian	672	692	625	695	815	3499	699.8
旋風 Shuan-Phoon	665	734	678	746	888	3711	742.2
和 Total	7665	8671	8267	8284	8940	41827	

換算率 2.5

(2) 變方分析如下表

第二表 變方分析表

Table 2. Analysis of Variance of Yields of 10 varieties of Barley in a Randomized Block Trial

變因 Variation due to	自由度 d.f	平方和 s.s	均方 m.s	實際F值 F	理論F值F(table) 0.05	0.01
區集 Block	4	93042.52	23260.63	2.24	2.63	3.89
品種 Varieties	9	1221987.22	135776.35	13.06**	2.15	2.94
機差 Error	36	374246.68	10395.72			
總計 Total	49					

品種間差異達極顯著，故應進行兩品種平均值間差異顯著性之測定，乃作梯形表比較如下：

第三表　各品種間產量差異比較

Table 3. Comparison of Average Yield in Kilograms per Hectare of 10 Varieties of Barley

品種名稱 Varieties	平均產量 (kg/ha) Yield	差異 Difference								
東13號 Tung No : 13	2816.2									
東2號 Tung No : 2	2687.5	123.7								
東3號 Tung No : 3	2261.2	555.0	426.3							
印度6號 India No : 6	2241.0	675.2	446.5	20.2						
在來1號 Tsai LaiNo 1	2051.0	765.2	636.5	210.2	190.0					
金瓜種 GoldenMelon	1882.0	934.2	805.5	379.2	359.0	169.0				
旋風 huan-Phoon	1855.0	961.2	832.5	406.2	386.0	196.0	27			
美6號 Mei No : 6	1836.0	980.2	851.5	425.2	405.0	215.0	46	19		
埔鹽 Poo Yian	1749.5	1066.7	938.0	511.7	491.5	301.5	132.5	105.5	86.5	
東31號 Tang No : 31	1533.0	1283.2	1154.5	728.2	708.0	518.0	349.0	322.0	303.0	216.5

______顯著　D0.05＝ 327.25

-----------極顯著　D0.01＝ 439.13

七、結　　論

由上表得知東 13 號產量最高，每公頃 2816.2 公斤，次為東 2 號 2687.5 公斤，再次東3號 2261.2 公斤，印度 6 號 2241 公斤，證明東13號，東 2 號顯然優於參試之其他品種甚多，東3號，印度6號二品種間差異不顯著，但本年試驗之產量仍佳。至其他五品種產量顯屬較低，其與前五者間之差異已達統計之顯著水準，並非由於機遇使然者，此與前數年試驗結果相同。

三、大麥播種期試驗

一、試驗目的：

以不同之播種期栽培大麥，期能得一產量增高而適於釀造之最適播種期。

二、試驗材料：

大麥品種東 2 號

三、試驗方法：

田間設計採 5×5 拉丁方法，播種期分 A,B,C,D,E 五處理：

A.　10 月 15 日播種
B.　10 月 25 日〃〃
C.　11 月 5 日〃〃
D.　11 月 15 日〃〃
E.　11 月 25 日〃〃

每小區連種 7 行，行長 4 公尺，行距 33 公分，收割中 3 行計算產量，換算率為 2.5。

四、試驗經過：

1. 整地：10 月 14 日用普通犁耕起全面整地法，蓋平後再用鋤頭整平，未施基肥。
2. 播種：播種期：如第三項所記，
   播種量：每行 10 克（發芽率90%），
   種子消毒用 1000 倍 Granosan 溶液浸 1 小時。
3. 灌溉：第一次 11 月 16 日（各處理均同）
   第二次 12 月 7 日（〃〃〃〃〃），
   第三次 1 月 23 日（〃〃〃〃〃）。
4. 中耕除草．各處理播種後 20 日行第一次中耕除草兼施追肥，又 10 日後行第二次中耕除草。
5. 追肥施用量：N,P,K 各 30 公斤/公頃
6. 噴藥劑．45 年 12 月 22 日全區噴 1000倍 Malathion 以殺滅大麥蚜虫。
   46 年 1 月 8 日全區噴波爾多液（加Malathion），
   46 年 1 月 19 日全區噴 Malathion，
   46 年 1 月 25 日全區噴波爾多液及 Malathion（已抽穗者只噴 Malathon）。

五、試驗結果　各處理小區產量如下表：

第四表　大麥播種期試驗各小區產量（1956—1957）

Table 4. Yields of Barley of Different Dates of Seeding in a 5×5 Latin Square Experiment

直行 Columns / 橫行 Rows	1	2	3	4	5	和 Total
1	(A) 555	(D) 662	(C) 515	(B) 670	(E) 470	2872
2	(E) 463	(C) 572	(A) 665	(D) 578	(B) 875	3153
3	(C) 435	(B) 645	(E) 600	(A) 548	(D) 688	2916
4	(B) 835	(A) 653	(D) 718	(E) 538	(C) 612	3361
5	(D) 860	(E) 635	(B) 964	(C) 685	(A) 670	3864
和 Total	3153	3222	3462	3019	3315	16171
處理 Treatment	A	B	C	D	E	
和 Total	3093	3989	2819	3506	2761	
平均 Mean	619.2	797.8	563.8	701.2	552.2	

換算率　2.5

據變方分析，處理間差異極顯著，乃作梯形表比較其差異如下：

第 五 表　各播種期產量差異比較

Table 5. Comparison of the Difference of Average Yields of Barley due to Different Dates of Seeding

處理 Treatment	產量（公斤/公頃） Yield (kg/ha)	差異 Difference			
B (10月25日) (25. Oct)	1994.5				
D (11月15日) (15.Nov.)	1753.0	241.5			
A (10月15日) (15.Oct.)	1543.0	446.5	205.0		
C (11月5日) (5. Nov.)	1409.5	585.0	343.5	138.5	
E (11月25日) (25.Nov.)	1380.5	614.0	372.5	167.5	29.0

———— 顯　著　D0.05= 222.25

------ 極顯著　D0.01= 311.61

六、結　　論：

本試驗處理間差異及橫行間差異均達極顯著水準，前者示不同之處理有不同之效果，後者示本試驗設計對於土壤差異之控制頗爲成功。故以增加產量言，則以採用B處理（即 10 月 25 日播種）爲最佳。

四、大麥播種量試驗

一、試驗目的．

以不同之播種量栽培大麥，觀察其對大麥產量及釀造特性之影響。

二、試驗材料．

東 2 號大麥（發芽率 90%）

三、試驗方法：

田間設計採隨機區集法，分每公頃播種量 60 公斤，100 公斤，140 公斤，180 公斤四處理，重複五次，每小區連種五行，行長 4 公尺，行距 33 公分，中三行計算產量，換算率爲 2.5。肥料 N, P_2O_5，K_2O 各 60 公斤/公頃，全部施作基肥。

四、試驗經過：

45 年 11 月 1 日起耕地，11 月 2 日施基肥，以後未施任何追肥。

1. 播種期：11 月 4 日。
2. 灌漑：第一次灌漑，　11 月 5 日
　　第二次〃〃　11 月 30 日
　　第三次〃〃　1 月 29 日。
3. 中耕除草：第一次中耕除草 11 月 27 日，　培土 28 日。
　　第二次〃〃〃〃 12 月 8 日。
4. 46 年 1 月 8 日噴波爾多液（加Malathion）。

五、試驗結果：各處理小區產量如下表

第六表 大麥播種量試驗各小區產量 (1956—1957)

Table. 6. Yields of Barley of Different Rates of Seeding in a Randomezed block trial

區集 Block / 處理 Treatment	I	II	III	IV	V	和 Total
播種量 60kg/ha	1115	1300	1080	1255	1293	6043
〃〃〃 100 〃	1338	1364	1060	1104	1362	6228
〃〃〃 140 〃	1242	1165	1310	1136	1300	6153
〃〃〃 180 〃	1312	1234	1165	1130	1184	6025
和 Total	5007	5063	4615	4625	5139	24449

六、結 論：

本試驗分析結果，播種量之多寡，對於產量之增減無甚關係，此與前二年試驗結果相同。但自經濟觀點着眼，以每公頃播 60—100 公斤種子爲便宜。

五、大麥肥料試驗

一、試驗目的：以不同之施肥量栽培大麥，期能求得產量高而適於釀造之最適施肥量。

二、試驗品種：東 2 號大麥。

三、試驗方法：田間排列採用 5×5 拉丁方，分下述五種處理，

(一) 不施肥

(二) N 40公斤/公頃， P_2O_5 40公斤/公頃， K_2O 80公斤/公頃，

(三) 〃 80 〃 〃 60 〃 〃 40 〃

(四) 〃 40 〃 〃 80 〃 〃 80 〃

(五) 〃 80 〃 〃 80 〃 〃 80 〃

每處理連種 7 行爲一小區， 行長 4 公尺，行距 33 公分，收穫中 3 行計算產量，換算率爲 2.5。

四、試驗經過：

1. 整地，1956 年11月1日起至 3 日整地，用淏耘犁耕鬆後，稻椿搬出田外，用鋤頭整平。
2. 施肥，全部基肥，11 月 3 日施肥。
3. 播種，11月 6 日，種子浸於 1000 倍 granosan 液中，消毒 1 小時。
4. 播種量，每行 10 克。
5. 第1 次灌溉， 11 月 8 日，
   第二次灌溉， 11 月 30 日，
   第三次灌溉， 1 月 17 日 (1957 年)。
6. 第一次中耕除草及培土， 11 月 27 日除草，29 日培土。
   〃二〃〃〃〃〃 12 月 11 日。
7. 1957 年 1 月 10 日噴波爾多液 (加Malathion)
   1 月 16 日噴 Malathion。

8. 施肥量 (kg/ha) 標準：

處理 Treatment	N	P_2O_5	K_2O	硫酸錏 Ammonium Sulfate	過磷酸石灰 Superphosphate	氯化鉀 Potassium chloride
一	0	0	0	0	0	0
二	40	40	80	200.0	222.2	133.3
三	80	60	40	400.0	333.3	66.7
四	40	80	80	200.0	444.4	133.3
五	80	80	80	400.0	444.4	133.3

9. 每小區實際施肥量 (單位 gr/per9.32m2)

處理 Treatment	硫酸錏 Ammonium Sulphate	過磷酸石灰 Superphosphate	氯化鉀 Potassium chloride
一	0	0	0
二	186.40	207.09	124.24
三	372.80	310.60	62.12
四	186.40	414.18	124.24
五	372.80	414.18	124.24

註：肥料換算率　①硫酸錏20%，　②過磷酸石灰18%，　③氯化鉀60%

五、試驗結果：　各處理小區產量如下表。

第七表　大麥肥料試驗各小區產量表 (1956.1957)

Table 7. Yields of Barley in a 5×5 Latin square designed Fertilizer trial.

直行 Columns / 橫行 Rows	1	2	3	4	5	和 Total
1	(三) 1330	(二) 1248	(五) 1498	(四) 1323	(一) 1070	6474
2	(二) 1275	(一) 935	(三) 1448	(五) 1470	(四) 1162	6290
3	(一) 925	(四) 1268	(二) 1182	(三) 1350	(五) 1360	6085
4	(四) 1056	(五) 1385	(一) 825	(二) 1045	(三) 1348	5659
5	(五) 1465	(三) 1455	(四) 1044	(一) 750	(二) 1170	5884
和 Total	6051	6291	5997	5943	6110	30392
處理 Treatment	一	二	三	四	五	
和 Total	4505	5920	6931	5858	7178	
平均 Mean	901	1184	1386.2	1171.6	1435.6	

換算率 2.5

2. 生育狀況：本季大麥生長期中初期（11 月—1 月）氣候正常，後期（2—3 月）下雨日數過多，氣溫較低，致生長日數約延 1 星期，但發育優良，結實飽滿。

自播種後至 2 月 26 日開始成熟，至 3 月 4 日全部成熟，3 月 2 日開始收割，至3月7日全部收竣，分別收存乾燥月餘後，開始室內考種等工作。其生育概況如下表

第 八 表　各處理大麥生育之概況　(1956—1957)

Table 8. Description of Agronomic characters of Barley in the Fertilizer trial. (1956-7)

處理 Treatment 生育狀況 Description	一	二	三	四	五	ReM.
分蘗力 Tillering	+	++	+++	++	+++	均無倒伏
抽穗期(月 日) Date of heading	1.17	1.14	1.17	1,13	1.15	
成熟期(月 日) Date of maturifs	3.3	3.3	3.4	2.26	3.4	
收穫期(月 日) Date of harvesting	3.4	3.4	3.7	3.2	3.7	
有效分蘗 Number of ears	241.2	310.8	353	348.8	375.4	以行長2公尺計算，每行之有効分蘗數
病害 pests	++	+	++	+	++	
虫害 insects	+	+	++	++	++	
穗長(公分) Length of ear (cm)	8.11	8.45	8.83	8.19	8.47	
穗重(克) Weight of ear (gm)	1.90	1.79	2.03	1.77	1.87	
稔實率(%) Fertility	81.5	74.04	83.14	71.94	78.51	
小穗密度 Number of Kernels per 1 cm length of ear	4.06	4.01	4.07	4.02	4.07	
千粒重(克) Weight per 1,000 Kernels (gm)	60.54	60.88	59.34	62.6	53.86	

註：　+示少。　+++示多。

據上表所列，第一處理發育不良，分蘗少，抽穗稍遲。第二處理發育良好，抽穗早而整齊。第三處理發育良好， 葉色濃綠，但抽穗成熟均遲。 第四處理發育早，抽穗整齊，成熟特早 4—5 日。第五處理，發育良，葉色濃綠，但成熟遲。

以變量分析後，得知處理間差異顯著乃作梯形表如下：

第 九 表　各處理間產量差異比較

Table 9. Comparison of Differences of mean yields ih kilograms per hectare of Barley affected by different fertilizer treatment.

處理 Treatment	產量 Yielp (kg/ha)	差異 (Difference)			
五	3589.0			D0.05=290,944	
三	3445.5	144.5		D0.01=407,900	
二	2965.0	624.0	480.5		
四	2929.0	660.0	516.5	36.0	
一	2252.5	1336.5	1193.0	712.5	676.5

由上分析第五及第三種施肥量，即每公頃施 N，P_2O_5，K_2O 各 80 公斤或 N80 公斤，$P_2O_5$60 公斤 K_2O40 公斤所得產量最高，此二種處理間產量差異不顯著，比較之下，尤以後者（第三種施肥量）爲最經濟。

六、結　論

(1) 生育狀況　氮肥多則營養生長發達，葉色濃綠肥大。

(2) 生育日數　氮肥多則成熟延遲，反之磷鉀肥多則成熟提早。

(3) 平均產量　氮肥可增加分蘗及穗長，氮與磷鉀量增多，則產量提高，但不可超過一定限度。

(4) 麥粒品質　磷鉀肥增多，可增加千粒重，一般言之，千粒重大則蛋白質含量少，經濟價值提高。又氮肥多病虫害亦多，反之，磷鉀肥增加，可減少病虫害。

六、大麥抗旱試驗

一、試驗目的：選擇抗旱性較強品種，供灌溉不便之處栽培。

二、試驗材料：本系新品種東2號，東3號，改良種金瓜，土種在來一號，在來二號，前三者爲二稜大麥，後二者爲四稜大麥。

三、試驗方法：

1. 含羞草法：在內徑 25cm 之有孔花盆內，加盛乾燥細土5公斤，移植大小相近之含羞草各一株。待含羞草復活後每鉢播種大麥 20 粒於適宜之環境下栽培之，待發芽後苗高 5～6cm 間苗一次，每鉢留十株，當麥葉長達 6～7 枚時，即停止灌水。其後每日調查含羞草刺戟運動，當運動停止時，經六天再充分灌水，灌水後第二天調查生存率及被害程度。

2. 抗毒性試驗法：將各品種選取充實飽滿種子各 50 粒置於發芽皿內，分注以 1%，2%，3%，4%，5%各濃度之 $kclo_3$ 液溶各 15c.c.。於常溫下，浸種 1日，2日，3日後以清水洗滌之，復置於舖有濾紙之發芽皿內，注清水 10c.c.，間日換水，使其生長環境與自然環境相近。處理後十五日，調查生育情形及植株高度。

3. 自然抗旱試驗法：以東 2 號，東 3 號，金瓜，在來 1 號四品種，田間採隨機區集排列法，重複四次，分普通灌溉（15日一次）與不灌溉（播種後灌溉一次）二處理，每小區連種五行，行長 4 公尺，行距 33 公分，中三行做產量計算，換算率爲 2.5 。不施基肥，只施追肥每公頃 N，P，K，各 30 公斤，於播種後 20～25 日施用。播種量每行 10 克。於田間調查其出穗期，生育日數，收穫後調查其稈長、穗長、千粒重、不稔小穗之百分率及收量。

四、試驗經過：

1. 含羞草法：試驗場所爲本系溫室，每品種重複四次，採逢機區集法排列。於民國四十五年十一月廿三日播種，種子用 0.1%之 Granoson 消毒一小時，同年十二月十一日施 3：3：3 之混合肥料水溶液各 150c.c.，每日灌水，直到測驗時停止。

2. 抗毒性試驗法：詳細經過情形見試驗方法。

3. 自然抗旱試驗法：於十一月九日播種，種子用 0.1% Granoson 溶液消毒一小時，四十六年一月十五日噴 Malathon，一月九日噴波爾多液。

五、試驗結果與分析：

1. 含羞草法：利用含羞草刺戟運動，測量土壤中有効水分之多少，當含羞草刺戟運動停止時，即證明土壤不含有効水分。此時植物因吸水困難而發生凋萎現象。然其凋萎程度，因植物種類及品種不同而有差異。分述試驗結果如下：

(一) 灌溉停止前幼苗之生育情形如下表.

第十表　灌溉停止前幼苗生育之情況

Table 10. Description of seedlinge of 5 varieties of Barley before ceased irrigating.

品種名稱 Varieties	幼苗生育情形
在來一號 Tsai-Lai No.1	植株基部有1~2葉枯死，幼苗直立。
在來二號 Tsai-Lai No.2	〃
金瓜 Golden melon	植〃〃〃〃 1葉〃〃〃〃〃〃
東2號 Tung No.2	〃〃〃〃〃 2葉〃〃〃〃匍伏
東3號 Tung No.3	〃

（二）自灌溉停止後，每日檢查含羞草之刺戟運動，當土中有効水分缺乏，含羞草之運動即停止，其停止時期，因品種不同而異。

（三）當運動停止後，大麥葉部開始黃化及枯萎，劍葉捲曲等現象。其停止運動第六日之凋萎情形如下表。

第十一表　停止運動第6日之凋萎情形

Table 11. Description of Wilting of Barley (5 varieties) on the 6th day when Mimosa ceased their movement

品種名稱 Varieties	凋萎情形
在來一號 Tsai-Lai No.1	基部有 4~5 葉枯死，上二葉凋萎，劍葉捲曲。
在來二號 Tsai-Lai No.2	〃〃　〃　上葉凋萎　〃　。
金瓜 Golden melor	〃〃〃　4　〃〃〃 再上葉尖黃而凋萎劍葉捲曲。
東二號 Tung No.2	〃〃〃　5　〃〃〃 上葉枯萎（葉大部枯死）。
東三號 Tung No.3	〃〃〃　〃　〃〃〃上葉尖黃而凋萎，劍葉捲曲。

由上表知東 2 號凋萎比較厲害，而證明東 2 號在吸收水分困難情狀下，維持細胞及個體生命能力比較小。

（四）當含羞草運動停止達六天，再予以充分灌水，次日調查其復活率及凋萎情形結果如下表

第十二表　再灌水之復活率及凋萎情形

Table 12. Description of effects on irrigating on seedling of Bar-ley as soon as the Mimosa ceased their movement for 6 days.

名種名稱 Varieties	生存率%	生育情形
在來一號 Tsai-Lai No.1	100	上部三葉復活，劍葉展開。
在來二號 Tsai-Lai No.2	100	〃〃〃〃〃〃〃〃〃〃〃葉尖稍黃。
金瓜 Golden melon	90	〃〃〃〃〃〃〃〃〃〃〃。
東2號 Tung No.2	60	劍葉有百分之五十未展開，若干植株上部僅有一葉尙活。
東3號 Tung No.3	80	劍葉大部展開，上部尙有二葉活着。

由上表知東2號抗旱力弱，在來種比較強。

(五) 其後再充分灌水，調查其枯死之葉數，每株之平均數如下表：

第十三表　枯死葉數

Table 13. Number of leaves wilted of varieties

區集 Blocks \ 品種 Varieties	在來1號 Tsai-Lai No.1	在來2號 Tsai-Lai No.2	金瓜 Golden melon	東2號 Tung No.2	東3號 Tung No.3	和 Total
I	1.8	1.6	3	3	2.1	11.5
II	1.7	1.0	2.9	2.8	3.4	11.
III	1.6	2.0	2.8	2.8	2.3	11.5
IV	1.6	2.2	3	2.9	3.3	13.0
V	1.675	1.7	2.925	2.875	2.775	11.950
和 M	6.7	6.8	11.7	11.5	11.1	47.8

根據生物統計方法測驗品種間凋萎葉數差異之顯著，如下梯形表：

第十四表　品種間凋萎葉數之差異比較

Table 14. Comparison of number of leaves wiled of 5 varieties of Barley

品種名稱 Varieties	平均値 Mean	差異 Differcnces			
金瓜 Golden melon	2.925			D0.05 ______	
東2號 Tung No.2	2.875	0.05		D0.01 --------	
東3號 Tung No.3	2.775	0.15	0.1		
在來1號 Tsai- No.1	1.70	1.225	1.175	1.075	
在來2號 Tsai-Lai No.2	1.675	1.25	1.20	1.00	0.25

由上表知金瓜、東 2 號、東 3 號之間無顯著之差異 (A) 在來 1 號、在來 2 號之間亦無顯著差異。(B) 但在來品種與改良品種間有極顯著之差異。

2. 抗毒性試驗法：

(1) 氯酸鉀 ($kclo_3$) 對植物之毒害程度，依植物種類及品種不同而有顯著差異，本試驗乃以不同 $kclo_3$ 濃度 (1%，2%，3%，4%，5%) 及處理不同時間 (3日，2日，1日) 測驗其第十五天植株之高度。其結果分三項述之如下：

a. 濃度與品種關係；依處理 3日發芽後第十五天株高 (cm) 表明之，普通是濃度越高植株越矮，即毒害程度大。然因品種不同，結果未完全如此，在來種結果多依此原則，金瓜和東 3號則以2%、3% 之 $kclo_3$ 濃度時，植株最高。

9. 濃度與浸漬時間之關係：以在來 1號為代表，濃度成分分 1%、2%、3%、4%、5%，浸漬時間亦仍為 1、2、3日，其結果除了浸漬 3日，其濃度和植高之變異成比例外，浸漬 1、2 日者，其濃度和植高之變異多呈波狀。

c. 品種與浸漬時間之關係：以 3%濃度為代表，浸漬時間仍分 3、 2、 1日。其結果為浸漬3日者普通植高都比較矮，而金瓜之植株亦較其他各品種為特別矮小。浸漬 1日者，以在來 2 號、

東 3 號爲最高，浸漬 2 日者以東 2 號爲最高，浸漬 3 日者以東 3 號爲最高。

總之，未經 kclo3 溶液處理者，各品種之幼苗高度無顯著差異，經處理後，則有差異。由上述之結果亦知 3%、4%之 kclo3 溶液浸漬 2日、3日，各品種間毒害程度之差異甚顯著。

(2) 因毒害程度不同，植株生長所受阻碍亦各異，今擧以 3%、4% kclo3 溶液浸種2日及未經處理者，發芽後第 15 日之植高比較如下表。

第十五表 各品種發芽後15日之植高 (公分)

Table 15. Height of seedlings of 5 varieties of Barley on the 15th day after germinated.

區集 Blocks 處理 Treatment	品種 Varieties	在來1號 Tsai-Lai No.1	在來2號 Tsai-Lai No.2	金瓜 Golden melon	東2號 Tung No.2	東3號 Tung No.3	和 Total
	1	1.63	15.0	15.5	15.3	15.8	
ck	2	15.4	14.6	16.0	16.6	15.2	
	3	14.6	15.8	16.3	15.3	16.3	
	Total	46.3	45.4	47.8	47.2	47.3	
	1	12.2	12.6	10.1	17.7	13.8	
3%	2	13.7	12.4	5.3	15.5	14.4	
	3	11.4	13.5	9.3	15.8	10.7	
	Total	37.3	38.5	24.7	49.0	38.9	188.4
	1	9.2	10.8	4.4	14.1	11.4	
4%	2	8.5	9.8	7.1	14.6	10.0	
	3	7.8	8.1	6.1	13.5	7.7	
和	Total	25.5	23.7	17.6	42.2	29.1	143.1

根據從兩個標準分類資料，統計分析之結果，處理間有顯著之差異。但品種間之差異不顯著，若將 ck 除外，則品種間有顯著之差異。此可能因 ck 之數字大，而將其差異冲洗，故爲了達到目的，分別統計之。玆將 3%、4%濃度之植高統計其結果如下表：

第十六表 品種間植高之差異比較

Table 16 Comparison ofdifferences of plant height between 5 varieties of Barley.

品種名稱 Varieties	平均值 Mean	差異 (Differences)			
東2號 Tung No.2	15.2				D0.05 ______
東3號 Tung No.3	11.3	3.9			D0.01 ------
在來二號 Tsai-Lai No.2	11.2	4.0	0.1		
在來一號 Tsai-Lai No.1	10.4	4.8	0.9	0.8	
金瓜 Golden melon	7.1	8.1	4.2	3.3	

由上表知東 3 號與在來 2 號及在來一號之間無顯著差異，東 2 號與其他四個品種間有顯著之差異。故東 2 號植株最高即抗毒性最強，東 3 號、在來 1 號、在來 2 號次之，金瓜最矮即抗毒性最弱。

3. 自然抗旱試驗方法：由於田間灌水及不灌水可測知土壤水分缺少，即縮短營養生長，促進生殖生長，因而土壤中水分缺少可以提早成熟，縮短生育日數。然所提早之日數各品種間不同，就生育日數言，灌漑與不灌漑相差之平均日數，東 2 號爲4.5天，東 3 號 5 天，金瓜2天，在來 1 號 1 天。又根據成熟日數而言，兩者相差東 2 號四日，東 3 號成熟不整齊，金瓜11日，東 3號及在來 1 號相同。由是知在來 1 號，灌漑與不灌漑對生育時間無差異，即說明不因土壤水分不足而起變異，仍繼續維持生長力。是故在來1號抗旱力強，已無可否認矣。

稈長與處理間差異之顯著性測驗：試驗結果東2號之植高，在灌漑與不灌漑兩種情形下有極顯著之差異，如此即說明，土壤中水分含量多寡直接影響東2號植株之高度，同時由處理間株高之差異，可知其抗旱性之強弱。本試驗結果知在來一號，金瓜抗旱性強，東3號次之，東2號最弱。

其他穗長與處理間，穗重與處理間，千粒重與處理間，產量與處理間，不稔實小穗百分率與處理等等差異顯著，試驗結果亦示出抗旱性在來一號最強。如表：

第十七表　灌漑與生育日數之關係（平均數）

Table 17. Effect of irrigation on the Average Growing days of Barley.

處理 Treatment / 品種 Varieties	抽穗期 date of heading		成熟期 date of mature		I. 生育日數 days of growing		II. 成熟日數 days of mature		總生育日數 (I+II)	
	灌水 Irrigated	不灌水 None	灌水 Irrigated	不灌水 None	灌水 Irrigated	不灌水 None	灌水 Irrigated	不灌水 None	灌水 Irrigated	不灌水 None
東 2 號 Tung No. 2	1 21	1 16.5	3 11	3 3	73天	68.5天	49天	45.5天	122	114
東 3 號 Tung No. 3	1 23	1 18	3 12	3 7	75	70	48	48	123	118
金瓜 Golden melon	12 28	12 26	2 17	2 4	49	47	51	40	100	87
在來 1 號 Tsai-Lai No. 1	1 14	1 14	3 5	3 4	66	65	50	50	116	115

第十八表　灌漑與生產力之關係

Table 18. Effect of irrigation on the Productivity of Barley

品種 Varieties / 生殖力 Productivity	東 2 號 Tung No. 2		東 3 號 Tung No. 3		金瓜 Golden melon		在來一號 Tsai-Lai No. 1	
	灌漑 Irrigated	不灌漑 None	灌漑 Irrigated	不灌漑 None	灌漑 Irrigated	不灌漑 None	灌漑 Irrigated	不灌漑 None
稈長 (cm) Length of culm	109.8	81	97.7	75.9	74.7	65.4	95.4	77.4
穗長 (cm) Length of ear	8.73	8.48	8.15	8.1	6.93	6.60	9.12	9.45
穗重 (gm) Weight of ear	2.75	2.30	2.5	2.2	1.5	1.3	2.3	2.2
千粒重 (gm) Weight per 1,000 kernels	60.8	60.7	55.8	58.2	54.7	47.1	32.5	34.1
產量 (gm) yield	1305.0	1242.2	1490.5	1460.0	921.7	826.2	1221.5	1194
不稔實百分率 infertility%	8.94	8.9	9.5	9.3	8.6	10.2	13.5	14.7

七、結　　論

臺灣冬季即麥作季節雨量稀少，灌溉不便之處，則須選用抗旱品種：測驗結果用抗毒性試驗方法，氯酸鉀對大麥毒害程度與抗旱性成反相關，即抗毒強者抗旱性弱，如東2號，反之抗毒性弱者抗旱性強，如在來 1 號或 2 號。又就試驗之五品種比較，植株高者較矮者抗毒性強。用含羞草法測知在來 1 號及在來 2 號抗旱性強，金瓜與新選育之東 2 號及東 3 號等品種抗旱性爲顯著差異。用自然抗旱法測知灌溉與不灌溉對在來 1 號、在來 2 號成熟日數無影響，但對東 2 號、金瓜影響甚大，即前者灌溉不灌溉生育日數爲相同，而後者灌溉生育日數延遲十日。由是證明此即抗旱力強弱之表徵。

灌溉對大麥生殖力之影響亦大，如 (1) 穗長：灌溉區東 2 號 8.73 公分，東3 號 8.15 公分，金瓜 6.93 公分，無灌溉區東 2 號 8.48 公分，東 3 號 8.1 公分，金瓜 6.6 公分。(2) 穗重：灌溉區東 2 號 2.75 克，東 3 號 2.5 克，金瓜 1.5 克，無灌溉區東 2 號 2.3 克，東 3 號 2.2 克，金瓜 1.3 克。(3) 產量：灌溉區東 2 號 1,305 克，東 3 號 1.490 克，金瓜 921 克，在來 1 號 1.221 克，無灌溉區東 2 號 1,242 克，東 3 號 1,460 克，金瓜 826 克，在來1號 1,194 克，其差異各品種均顯著。

查本年大麥生長成熟期 2~3 月雨量甚多，較平年多至兩倍以上，灌溉區產量不論抗旱性強或弱者均較無灌溉者高，由是推知不論多雨或少雨之年及不論抗旱性強或抗旱性弱之品種，灌溉均爲有利。

八、摘要及總結論

(1) 本研究自1952年開始迄今六載，本年可謂最後一年，各試驗結果與過去各年大致相同。

(2) 品種比較試驗本年試驗材料爲東 2 號、東 13 號、東 3 號 東 31號、印度 6 號、美6號、埔鹽、旋風、臺中特 1 號 (金瓜) 及在來一號等 10 品種，逢機排列，重複 5 次，5 行區以中 3行計算產量。據分析結果，品種產量差異顯著，以東 13 號產量最高，每公頃 2,816 公斤，東2號次之 2,687 公斤，再次東 3 號 2,261 公斤，印度 6 號 2,241 公斤。

上四品種不特產量高，且成熟早，釀造性質優良，東 2 號千粒重 50 克，氮素 1.925%，生育日數 113 天左右。東 3 號千粒重48克，氮素 1.96% 生育日數 115 天左右。 東 13 號千粒重 49克，氮素 1.603% ，生育日數 115 天左右。印度 6 號千粒重 45 克，氮素 1.702% ，生育日數 122天左右。前三者爲早熟二稜種，後一爲四稜晚熟種，堪稱量多質良。故本年 (1957) 秋季已在嘉義、臺南、臺東等縣開始試作，並在臺中市繁殖，以備來年推廣之用。

(3) 播種期以東 2 號品種分五期即 10 月 15 日、10 月 25 日、11 月 5 日、11 月 15 日播種，每七行爲一小區，拉丁方，以中 3 行計算產量。據分析結果，以 10 月 25 日播種產量最高，每公頃 1,994.5 公斤，次爲 11 月 15 日播種 1,753 公斤，再次爲 11 月 5 日及 10 月 15日播種，惟後二者彼此相差不顯著，此與上年試驗結果亦同。播種期對於氮素含量亦有影響，即自10月25 日至 11 月 5 日播種期內氮素較低。

(4) 播種量試驗：每公頃播種量分 60 公斤、100 公斤、140 公斤、180 公斤四處理 5 行區重複5次，據分析結果，處理間產量差異不顯著，與上年結果相同。惟播種量多則有增加子粒氮素含量之趨勢，此與 1953-1954，1954-1955 兩年分析結果不相同。

(5) 肥料施量試驗分 (a) 不施肥 (b) N40，P_2O_5 40，K_2O 80 公斤 (c) N80 P_2O_5，60 K_2O 40 (d) N40，P_2O_5 80，K_2O 80 (e) N80，P_2O_5 80，K_2O 80 公斤五處理，採用 5×5 拉丁方排列，每七行爲一小區以中3行計算產量。

據分析結果， N. P. K 三要素量多，產量隨之增高，但子粒所含氮素亦隨之加多，且氮肥多可延遲成熟期，反之，磷鉀增多，可提早成熟期，並可提高千粒重，減少病虫害。

( ) 抗旱性試驗：原分含羞草法，抗毒性法及自然抗旱法，但前二試驗僅爲補助後者試驗。據觀察及分析結果改良種較土種抗旱性弱，但灌溉不論對改良種或土種均有利，且改良品種以栽植於可灌溉地區爲宜。

(7) 中國釀造大麥品種之改良工作與文獻尚無記載，六年來承臺灣省菸酒公賣局委託補助全部經費，田間試驗由黃組員天久管理，又抗旱試驗由滕培娟小姐協助，並此誌謝！

1958. 1 月 25 日　於臺中

Research on the Improvement of the Quality of Barley(3)

By

Teng-ying Ouang

Summary

In Taiwan, high yield, disease resistance, early maturity, large grain, and low protein content are some of desirable characteristics of spring barley at the present time. Test which included variety trial, date and rate of seeding, effects of fertilizers application, and drought resistance were conducted in the college farm, Taiwan, Provincial College of Agriculture, Taichung, Taiwan for the entire 6-year period 1952 to 1957. Following were the general conclusions indicated from the experimental results of 1956-57 period.

1. Variety trial :

A total of ten varieties namely Tung No.2, Tung No.3 Tung No.13, Tung No.31, India No.6, Mei No.6, Poo-yian, Shuan-phoon, Golden melon, and Tsai Lai No.1 were used in this experiment. The field design was randomized block with five replications. Each plot planted in five rows and three of the central row was harvested to determine yield. According to the statistical analysis, it pointed out that there was a significant difference in yields. Among all tested varieties, Tung No.13 with the yields of 2,816 kilograms per hectare was the leading variety, Tung No.2 was the second, having a yieids of 2,687 kilograms ; Tung No.3 with the yield of 2,261 kilograms was the third ; and Indi a No.6 was the fourth with the yields of 2,241 kilograms per hectare. These four varieties were not only high yield and early maturity but also good quality in brewing. The seed weights per 1,000 kernels were :

Tung No.2 (50 grams) , Tung No.3 (48 grams) , Tung No. 13 (49 grams) , and India No.6 (45 grams) . The nitrogen content of kernels of these four varieties were 1.925% of TUng No.2, 1.936% of Tung No.3, 1.608% of Tung No.13, and 1.702% of India No.6. The growing time of Tung No.2, Tung No.3, Tung No.13. and India No.6 were 113, 115, 115, and 122 days. respectively. The foregoing three varieties were two-row ed and early maturity. but India No. 6was four-row ed and late maturity variety. These four varieties were selected as improved varieties and had put in demonstration plots in Chiayi, Taitung, and Tainan districts this fall (1957) . Meantime, seed multiplication of these improved varietes also planted at Taichung area for the purpose of extension in the following year.

2. Date of seeding experiment :

Tung No.2 was used for experimental variety. The date of seeding

divided into five periods, i.e., October 15. October 25, November 5, November 15, and November 25. A simple 5×5 Latin square design was used in this experiment. The field plot planted in 7 rows and three of the central row was harvested for yield test. The experimental results indicated that the date of seeding was signifi cant in its effect on yields. Late or early planting had a tendency to reduce yields. The treatment which planting at October 25 with the yields of 1994.5 kilograms per hectare was the first, followed by the treatment which planting at November 15 with the yields of 1753 kilograms per hectare. These two planting date treatments were both significant better than those of sowing at the date of October 15 and November 5. But the latter two treatments of planting date had no significant difference on yield which was the same results obtained from the experiment of last year.

The nitrogen content of kernel was also influenced by different planting date. The experimental results showed that the nitrogen content reduced when spring barley planted at the period of October 25 to November 5.

3. Rate of seeding experiment:

A simple randomized block with five replications was used in this experiment. Field plot planted in five rows and three of the central rows was harvested to determine yield. The amount of seed planted per hectare of this experiment was calculated equivalent to the amount of 60 kilograms, 100 kilograms, 140 kilograms, and 180 kilograms respectively. Yields of this experiment was treated with analysis of variance and it showed that there was no signifieant effects of different rate of seeding on yield. This result was the same as last year test obtained. The experimental result also showed that large amount of seed planted per hectare had a tendency to increase the nitrogen content of kernel.

4. Fertilizers experiment.

A simple 5×5 Latin square design was followed to study the relative effects of different fertilizers at various rate on yields and nitrogen content of kernel of barley. The field plot planted in seven rows and three of the central rows was harvested to determine yield. Fertilizers were applied in four different combinations at the rate per hectare of (1) 40 kilograms of elemental nitrogen, 40 kilograms of elemental phosphate, and 80 kilograms of potash, (2) 80 kilograms of nitrogen, 60 kilograms of phosphate, and 40 kilograms of potsah, (3) 40 kilograms of nitrogen, 80 kilograms of phosphate, and 80 kilograms of potash, and (4) 80 kilograms of nitrogen, phosphate, and potash respectively. Unfertilized plot was also planted for check.

The experimental results showed that any one of the fertilized plot produced higher average yields than that of unfertilized check plot. The yield from the 80 kilograms amount of application of nitrogen exceeded those from the amount of 40 kilograms of nitrogen, whatever how much amount of application of phosphate and potash added. However, too much nitrogen fertilizers increased the nitrogen content of kernel and delayed the date of maturity.

5. Drought resistance :

The experimental results indicated that improved varieties of barley were low resistant to drought than those of native varieties. Adequate irrigation will be beneficial to both of the improved and native varieties of barley.It is, therefore. better to grow the improved varieties of barley at humid or irrigated condition.

For fund assistance given to carry out this research project, grateful acknowledgement is made to Taiwan Tabacco and Wine Monopoly Bureau. The writer also take this opportunity to thank Mr. T. G. Huang, who assists the field work through all the experimental period ; and to Miss P. G. Teng, who primary responsible to conduct the experiment of drought resistance.

January 25 1958. Taichung, Taiwan.

不同森林土壤型上杉木之生長比較研究

林　子　玉

Comparative Studies on the increments of Chinese-fir in the different forest soils

by

Tzu-yu Lin

一、緒　　言

樹木及其他植物之根系，由土壤中攝取生存上不可缺乏之養料而生之，土壤在供給樹木及其他植物之水分及養料，無論生理的作用或生態學造林學上之特徵，不受土壤之支配與依賴土壤者可稱殆無，例如生長之速度、生育期間、形態性質、耐蔭性、更新及收穫等等，無一不受土壤之影響；又森林土壤並非單純之物質，常隨地形，植生或氣象等等因子之支配而其土壤層斷面形態亦隨之多種變化，因此土壤之優劣，林地利用之良否，直接間接影響生產力甚大，故基於土壤層斷面之形態及其物理的、化學的性質相互關係之調查，應先施行於林業計劃之前，始得成效，當林業經營計劃之編成，施業方針之建立造林樹種、撫育法之確定等等，宜根據土壤調查之結果着手擬就，始得正確效率。本文採用之杉木 (Cunning hamia lanceolata Hook) 英名 (Chinese-fir)，原產大陸長江以南各省，日人由福州引進種植於本省已有四十餘年之歷史，故名之福州杉，又因略似柳杉而其葉稍寬，故另稱爲廣葉杉，經由日人不斷推廣，在本省已有廣大之造林面積，今成爲本省引進樹中成績最佳生生不已，利用無窮，獲利之厚無與比之，爲本省造林樹種中已佔有極大之地位，其造林及栽植方法、撫育法等，早有先人著文論述，惟對其生育在不同性質土壤上之林木生長差異及造林適地之選擇，尙未見專文報告，故乃就栽植於臺灣省立農學院能高林場之杉木爲材料，依據林天良先生區劃之不同土壤型上之杉木，每區選擇其標準木各二株，查定於不同土壤型上之生長量而比較，以明其對於不同土壤性質之杉木生長情形，藉以選擇適地造林杉木適應程度，俾供營林上之參考，並以爲造林上之重要依據。

本省森林土壤調查方法與分類法等尙未確立其系統，因此林天良先生乃瞭解森林土壤學理，參照本省之氣象、地質、地形、植生等因素，而據日本林野廳及林業試驗場編定之「國有林野土壤調查方法書」(1954.Mar)，應用於調查能高林場之土壤，在本文僅述其梗概，如土壤層斷面之詳細說明及調查區域之概況等，概詳記於「臺灣省立農學院能高林場森林土壤調查報告書第 1號」(以下簡稱「報告書第一號」) 文中，玆不多贅。倉促成文，謬誤難免，尙希賢達有以正之，幸甚！

本文蒙　李教授達才賜予校閱，承眉原工作站各位同仁協助採取資料，　均此誌謝。

二、調查區概況

各種土壤型杉木造林地之選擇，乃依據林天良先生區劃之區域爲準，其土壤性質及特徵之詳細說明，已著文論述於「報告書第一號」，本文就僅述其一部分概要摘錄簡述於後：

第 1 圖

BB 型土壤層斷面圖



I. BB 型土壤

Profile. 4 BB 型(崩積)

位　置：能高林場第3林班第107號造林地，

地　形：急斜面上部，

傾斜度：36°，

方　向：S86°W，

海拔高：830m

母　岩：先第三紀上部粘板岩，

土壤層斷面（第 1 圖）之說明請參閱「報告書第一號」，於此不多贅；該區域之植生，上層係 Cunninghamia lanceolata Hook, Pinus massoniana Lamb 及 Pinus formosana Hay等 3 種， 中層爲 Rhododenderon leiopadum Hay 等 6 種（石楠科等 3 科），下層爲 Dicranspteris dichotome Nakai 等 4 種（裏白科等 3 科）；係杉木之造林地，其年齡至今已達 20年之久，但其平均樹高僅爲 4.5m，平均胸高直徑只有 6.4cm，生長極惡劣，每一公頃株數爲 1200 株，至今樹冠尙未鬱閉，又因其生長惡劣，如松類之天然生幼苗繁生於林內，形成混淆狀態，且其後生松類之生長亦示不正常， 其平均樹高爲 5m ，平均胸高直徑爲 6c m， 每一公頃之株數竟達 500 株之多， 因此中下層以乾性植物（如羊齒類灌木）顯著的佔優勢。

本土壤型屬於乾燥系急傾斜土壤，大體分散在山嶺線兩側邊，土壤層斷面 L 層及下層菌絲稀有存在，A 層之構造多係細粒狀（loose granular），且極乾燥呈軟鬆，透水性不佳，缺乏土壤水分，則適合樹種爲具有耐乾而深根性之樹種爲宜。

第 2 圖

Bc 型土壤層斷面圖

II. Bc 型土壤

Profile. 7 Bc(w) 型

位　置：能高林場第 3 林班 92 號造林地，

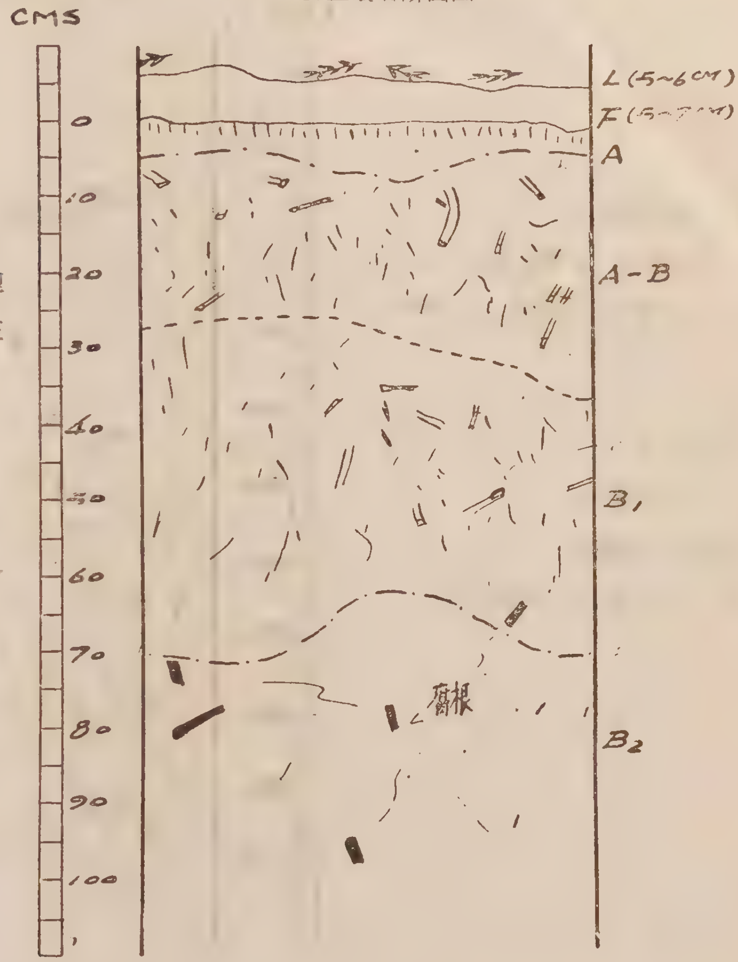
地　形：斜面上部，

傾斜度：12°

方　向：N45°E

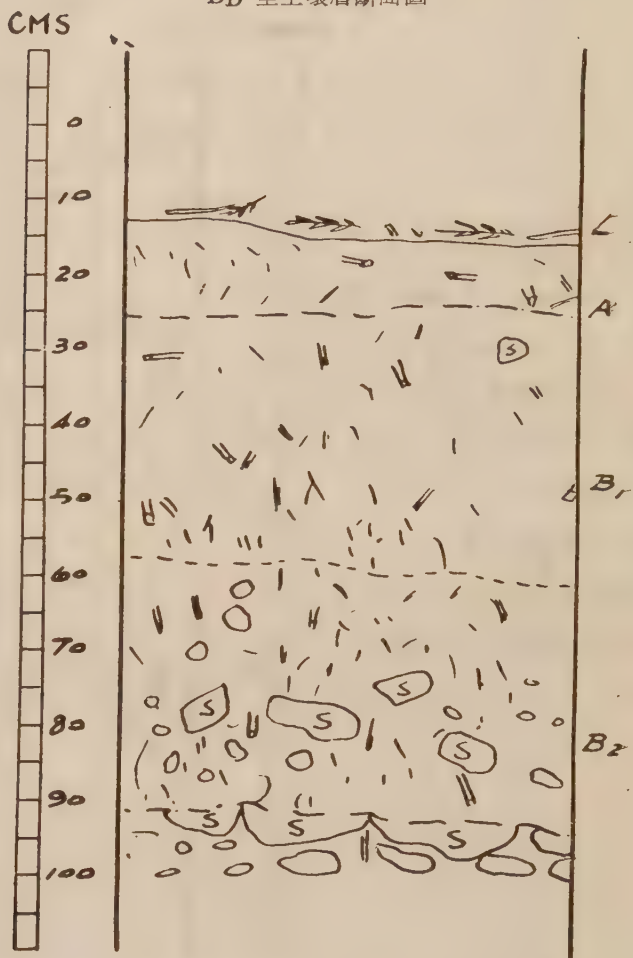
海拔高：910m，

母岩：先第三紀粘板岩，



土壤層斷面（第2圖）之說明，請參閱「報告書第一號」；該區域之植生，上層爲Cunninghamia lanceolata Hook，中層爲 Actinodaphne pedcellata Hay 等 5 種（樟科等 5 科），下層爲 Dicranopterisdichotone Nakai 等 7 種（裏白等科 7 科）；該區域爲杉木之人工造林地，其樹齡雖已達 17 年之久，但其平均樹高僅爲 8m，其平均胸高直徑只有 9.5 cm。上層植物除如上述生長甚劣之杉木外並無他種植物混生，故其樹冠疎，鬱閉極劣，因此如玉羊齒或白匏仔，萱類等之耐乾性植物以及陽性植物在中層及下層呈生長旺盛，地面上尚未見蘚苔或地被類之繁生，可謂該地係乾燥且陽光照射尚烈之處。本土壤型大體屬於小嶺線之上昇斜面緩傾之地又，屬於定積土土性多屬於粘土質，堅密度尚堅固，其土壤構造爲乾燥型常生之堅果狀（Nutty）及塊狀（blocky）構造，B_2 層以下之土壤非常堅密透水不易，故適宜植栽松類，即耐乾且深根性樹種或相思樹爲宜。

第 3 圖
BD 型土壤層斷面圖



Ⅲ. BD 型土壤

Prfile. Ⅰ BD 型

位　置：能高林場第 3 林班 110 號造林地，

地　形：斜面下部緩斜地，

傾斜度：8°

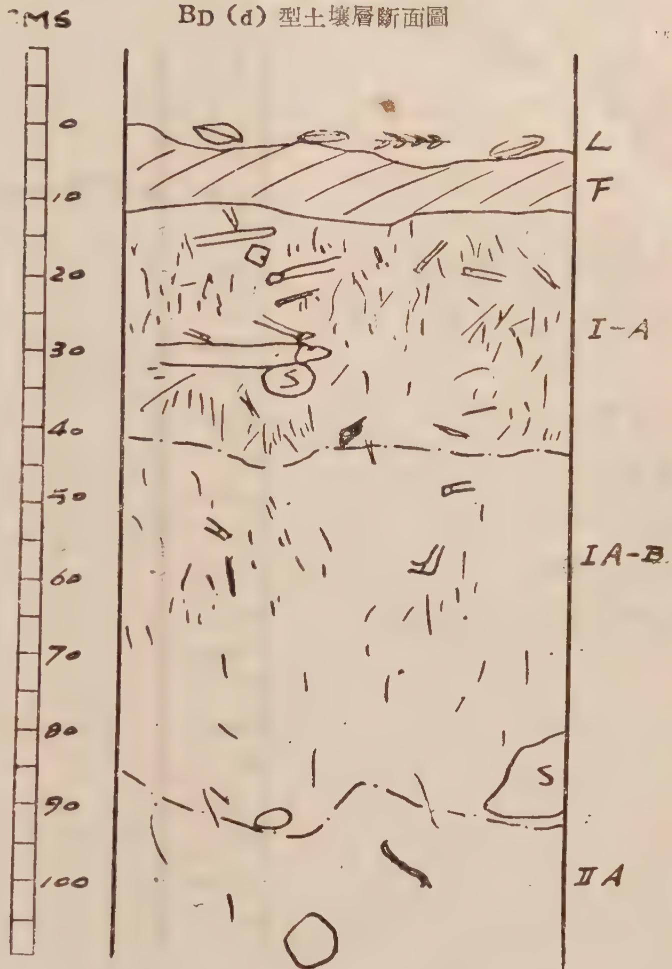
方　向：N65°W

海拔高：730m，

母　岩：先第三紀上部粘板岩，

土壤層斷面之說明，請參閱「報告書第一號」；該區域之植生，上層當以 Cunninghamia lanceolata Hook 爲主，中層爲 Euryaacuminata Dc 等 6 種（樟科等 6 科），下層爲 Elephantopus Mollis, H, B, K, 等 25 種（菊科等 18 科）；該區域爲杉木之人工造林地，樹齡爲 25 年生，其平均樹高達到 16m 之高，且其平均胸高直徑爲 22cm，每一公頃株數約 880 株，但至今已行二次撫育間伐，因此樹冠較疎，爲萱芒類，及薔薇類及蝶形花類植物侵入繁生，故中層及下層之植物甚密。本土壤調查區域附近之土壤係過去開墾之跡地，故其A層土壤流失，其厚度較淺，A．B層之構造多爲粒狀（granular 及 Nostructure，土壤堅密度稍軟，林木中小根系普遍深入至 B_2 層（約厚 80cm），且有良好之理學的性質，故 BD 型土壤之施業適宜栽植杉木及松類，但現有立木之生長，並不如理想，仍由造林後之撫育管理，間伐技術缺佳而所致也。

第 4 圖
BD (d) 型土壤層斷面圖



IV. BD (d) 型土壤

Profile. 5 BD(d) 型

位　置：能高林場第 3林班 97,98，號造林地邊界，

地　形：急斜面中部，

傾斜度：32°，

方　向：N13°W，

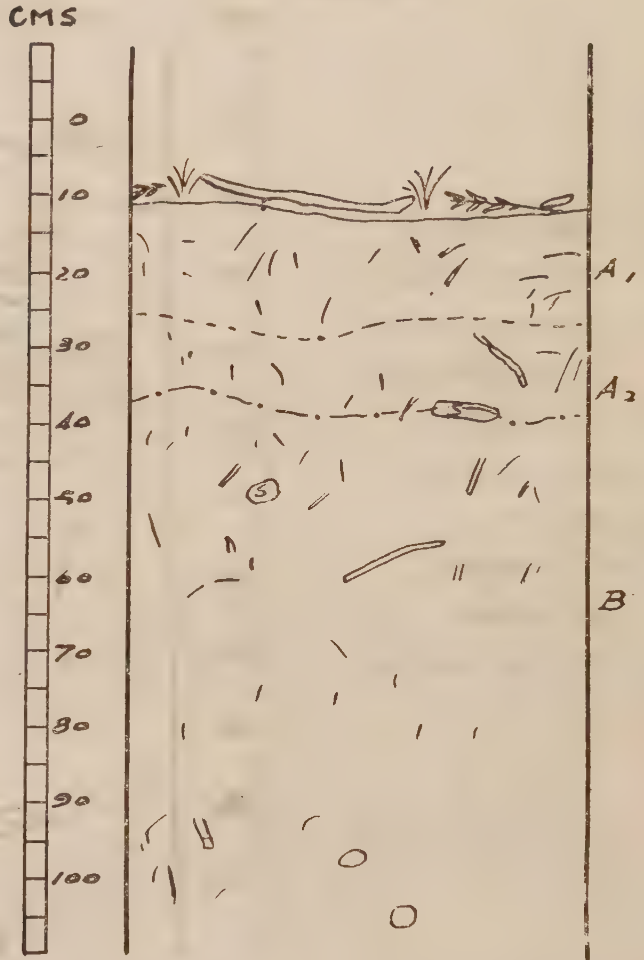
海拔高：870m，

母　岩：先第三紀粘板岩

土壤層斷面之說明於此從略，參閱「報告書第一號」；其植生上層係 Cunninghamia lanceolata Hook 及 Pinus Massoniana Lamb 等二種，中層爲 Daphinphyllum oldhama Rox 等 11 種（交讓科等 9 科），下層爲 Cyperus difformis Lim 等 19 種（莎草科等 14 科）；該地係馬尾松杉木之造林地鄰接地，後來臺灣柿，木荷等雜木類天然混生，其高度已達 11m 以上，平均胸高直徑亦有 10cm，主木之馬尾松，樹齡已達 27 年生，其平均樹高爲 13.5m，胸高直徑爲 14cm，每一公頃株數爲 340 株，杉木之樹齡爲 27 年生，其平均樹高爲 15m，平均胸直徑爲 20.5cm，每一公頃株數 590 株，交讓科，衛矛科等之中層植物大部分係新侵入之幼樹，其生長亦優，下層植物均屬幼苗，一般高殆在 1m 以下，因樹冠較疎開，生育情形亦甚繁盛。本土壤層斷面之形態因子，如各層位之推移狀態，A 層之發達、構造、堅密度等殆屬良好，但F層極發達，分解不完全，各土層之水濕狀態屬爲弱乾燥型，因該傾斜面係屬於下降斜面之上端，傾斜度尚大，尤其是匍行土，爲地下水位稍低，立木密度較疎，致使產生弱乾性土壤，本土壤型以適宜栽植杉木等經濟價値較高之樹種。

第 5 圖

BE 型土壤層斷面圖



V. BE 型土壤

Profile. 2 BE 型

位　置：能高林場第 3 林班 128 號造林地，

地　形．平坦地，

傾斜度：3°，

方　向：N40°W，

海拔高：670m，

母　岩：先第三紀上部粘板岩，

生育於本土壤型上之杉木，樹齡 20 年，其平均樹高 15.5m，胸高直徑爲 19cm，每一公頃株數 1220 株，該林分經行一次間伐；其植生上層爲 Cunninghamia lanceolata, Hook, 但缺乏中層植物，下層植物爲 Polyyonum modosum Pers 等 20 種雖有萱芒等禾本科植物繁生，但其生長惡劣，一般耐蔭性植物，如蓼科，蘭科等較爲繁茂，故可知其鬱閉情形仍尙充分。本土壤型之分佈，在平坦之運積地爲多，但面積不濶， A 層與 B 層較厚，又 A 層含有腐植質甚多，土壤水濕狀態尙濕，堅密度尙軟，其構造爲團粒狀 (crumb)， 粒狀 (granular) 及稍少有塊狀 (blocky) 等故適宜造林杉木，但因土層內之石礫小，致使土壤孔隙較少，傾斜度亦少，爲理學的性質並不太良好。

各種土壤型之理化學的性質　第 1 表

茲就以上所述各種土壤型之理化學的性質，綜合列表如下第 1 表：—

土壤型		B_B 型		B_C 型				B_D 型			B_D (d)型				B_E 型		
層位		Á	B	Á₁	Á~B	B₁	B₂	Á	B₁	B₂	I Á	I Á ~B	II Á	II B	Á₁	Á₂	B
理學的性質	透水速度（自然狀態）	241.1	154.7	121.0	129.1	117.5	105.5	67.8	62.0	59.6	214.0	104.3	125.0	130.6	71.5	64.0	46.6
a 細土	容積重(自然狀態) V.W%	52.4	45.3	21.7	37.0	49.1	53.9	58.6	71.0	62.3	,	50.4	52.4	45.7	59.3	59.1	76.0
	眞比重 S.W	2.43	2.64	2.34	2.46	2.68	2.70	2.63	2.49	2.74	2.48	2.62	2.65	2.67	2.62	2.62	2.46
	孔隙量 P%	77.9	84.1	91.6	83.6	80.9	79.4	78.2	71.3	40.1	,	80.7	80.8	81.7	76.9	78.2	45.4
	最大容水量 W_{max1}%	220.4	173.4	400.1	219.6	189.1	156.3	161.3	123.1	199.2	220.4	162.0	157.6	202.5	154.8	160.1	104.5
	採集時含有水分量 W_{t1}%	70.0	90.5	281.8	101.1	127.9	123.3	95.0	86.0	71.0	81.6	88.1	88.4	150.4	81.6	85.4	73.7
b 全容積	孔隙量 P'%	54.1	72.5	69.4	69.7	61.3	62.0	63.0	63.6	33.4	79.1	74.7	72.2	60.1	71.2	67.4	40.6
	最大容水量 W_{max2}%	79.8	68.8	66.3	67.0	69.5	65.1	72.0	76.9	64.7	79.9	75.0	74.3	67.5	84.1	81.7	70.6
	採取時含有水分量 W_{t2}%	25.3	35.9	46.7	30.8	47.0	51.4	42.4	53.8	37.7	29.9	40.8	41.7	50.1	44.4	43.6	49.8
機械的性質	石礫 Grȧvel %	43.0	59.1	71.5	75.5	59.4	58.1	46.7	26.6	42.6	38.5	27.6	35.1	68.1	25.1	30.2	27.9
	粗砂 Coarse sand %	30.6	30.6	19.4	36.2	33.0	26.4	34.2	51.8	40.3	43.1	42.8	44.3	25.8	55.0	53.8	47.1
	細砂微砂粘土 fine sand, silt, clay %	20.7	10.3	8.4	13.6	7.6	15.5	19.2	21.1	16.8	18.1	29.7	20.6	6.1	19.6	15.7	25.0
	根 Root %	5.5	0	0.8	0.4	0	0	0	0.6	0.3	0.4	0	0	0	0.3	0.3	0
化學的性質	水分 Moisture %	8.52	5.32	9.24	7.82	5.79	5.12	7.04	6.22	5.71	9.78	8.73	9.05	6.03	6.86	7.21	7.03
	全氮量 Total Nitrogen %	0.76	0.41	1.00	0.68	0.61	0.67	0.94	0.70	0.53	0.91	0.72	0.63	0.52	0.81	0.79	0.77
	全碳量 Total Carbon %	12.42	10.80	14.94	11.64	5.16	2.90	12.42	6.92	4.76	13.66	10.32	8.62	2.74	9.64	8.08	7.62
	置換酸度 Exch acidity Y.	29.13	18.42	46.64	35.95	27.76	23.89	17.75	15.93	14.01	27.07	24.12	21.39	19.11	17.29	21.39	20.48
	PH Kcl	4.40	4.60	4.17	4.45	4.55	4.53	4.55	4.65	4.62	4.55	4.62	4.65	4.60	4.62	4.56	4.55
	PH H_2O	6.08	6.33	5.65	6.05	6.26	6.26	6.58	6.33	6.38	6.18	6.31	6.18	6.38	6.33	5.33	5.90
	C/N	16.34	26.34	14.94	17.12	8.46	4.32	13.21	9.88	8.98	14.02	14.34	12.06	5.26	11.90	10.22	6.23

註：（報告書第一號」摘錄）　B_B=Profile. 4；B_C=Profile. 7；B_D=Prfile. 1；B_D(d)=Profile. 5 B_E=Profile. 2

三、生長比較

生育在各種土壤型上之杉木，在各該區域造林地內，選擇其生長中備能代表該土壤區域上杉木之一般生長的立木各二株充供材料，按虎伯（Huber）氏區分法施行樹幹解析，分別查定各因子之各種生長量而分別比較之。則總生長及平均生長均由各土壤型上供試木之平均值，以普通觀察法比較之，亦連年生長分別按復合試驗分析法（Analysis of complex experiment）比較之，並爲統計方便計，樹高乃取用 1~17 年生間，胸高直徑及胸高斷面積取用 4~17 年生間，材積取用 5~17年生間之生長量。

I 總生長

生育在五種土壤型上杉木之供試木各 2 株計 10株，經樹幹解析後分別查定各因子之總生長量，並分別以其平均值而依普通觀察法比較之，先就測得各因子之總生長量平均值綜合列其結果如下第二表：

各因子總生長量比較表　第 2 表

樹齡	樹高 (m) BB	BC	BD	BD(d)	BE	胸高直徑 (cm) BD	BC	BD	BB(d)	BE	胸高斷面積 (m^2) BB	BC	BD	BD (d)	BE	材積 (m^3) BB	BC	BD	BD(d)	BE
1	0.55	0.29	0.34	0.40	0.53															
2	0.83	1.13	0.84	0.71	0.96															
3	1.10	2.16	1.40	1.16	1.37											0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0066
4	1.34	2.85	3.22	1.62	2.79	0.52	1.01	0.78	0.91	4.83	0.000022	0.000034	0.000054	0.000069	0.001842	1	3	2	5	98
5	1.55	3.11	3.80	2.37	3.72	0.81	1.51	1.79	2.14	5.61	57	191	287	382	2498	2	7	20	7	155
6	1.77	3.54	4.17	2.96	4.68	1.08	2.07	3.57	3.26	6.99	108	338	1048	883	3855	3	12	37	14	199
7	1.99	4.03	4.58	4.93	5.75	1.52	2.75	4.97	4.52	8.36	200	593	2040	1716	5514	4	17	81	61	284
8	2.19	4.31	4.95	5.42	6.21	1.91	3.47	6.49	5.67	9.26	301	946	3549	2709	6744	10	35	152	116	375
9	2.45	4.60	6.14	6.48	6.64	2.33	4.16	8.05	6.99	10.37	438	1360	5258	4118	8457	14	47	244	193	460
10	2.67	5.04	6.73	7.13	7.76	2.77	4.85	9.32	8.12	11.31	607	1844	7121	5475	10066	17	59	326	298	548
11	2.87	5.64	7.21	7.87	8.96	3.13	5.63	10.04	9.13	12.12	769	2486	8157	6840	11555	20	79	386	403	642
12	3.03	6.13	7.64	8.47	9.91	3.52	6.35	11.10	10.06	13.09	971	3168	9434	8257	13493	24	113	450	530	749
13	3.23	6.97	8.03	8.92	10.81	3.88	7.16	11.72	11.24	14.01	1180	4034	10941	10310	15449	23	145	488	670	857
14	3.37	7.48	8.74	9.45	11.39	4.23	7.65	12.67	12.33	15.11	1407	4592	12691	11261	17961	34	178	602	772	1005
15	3.51	7.64	9.57	9.85	12.49	4.40	8.20	13.48	12.42	16.24	1518	5277	14333	12358	20763	36	214	665	903	1132
16	3.79	7.72	11.32	10.24	13.84	4.74	8.65	14.16	13.57	17.24	1765	5870	15780	14689	23416	42	246	862	1030	1267
17	4.02	7.91	13.40	10.42	14.26	5.05	9.08	14.75	15.23	17.88	1999	6475	17117	18488	25056	51	279	1112	1218	1490

綜觀第 2表之結果，各因子總生長量，無論是樹高，胸高直徑，胸高斷面積或材積，生育在 B_E 型土壤上杉木之生長，始終凌駕他種土壤型上之生長，示其生長量均爲最優，反之，B_B 型之各因子總生長量始終落後，示其各因子之總生長量均爲最劣，如B_E型與B_B型上之樹高及胸高直徑之總生長量，在 17 年生時示 14.26m 與 4.02m，17.88cm 與 5.05cm，相差竟達 3.5 倍以上，又胸高斷面積相差達到 10 倍，材積已達到 29 倍以上之多；B_D型與B_D (d) 型土壤上杉木之各因子總生長量，在幼時之 B_D 型土壤上之生長，雖示稍有較大爲B_D (d) 型土壤上之生長，至 10 年生以後之生長，則反之，B_D (d) 土壤上之生長逐漸遞增，但觀其生長趨勢，兩土壤型間之差異僅小，大體示其各因子之總生長量相近似，B_C型土壤上之杉木生長，雖較 B_B型土壤上之生長爲優，大體相差約在 2~5 倍之多，但乃示較 B_D 型者約 1~4 倍 B_D (d) 型者約 1~5 倍，B_E型者約 2~5 倍之多，則示其生長尚屬甚劣。各因子之各種土壤型間與各樹齡間之總生長量差異，自可由表察知，於此不多贅。

Ⅱ　平　均　生　長

前述各因子總生長量查定後，復分別按$Q=\frac{Z_m}{m}$式求出各樹齡之平均生長量，再就五種土就壤型上之杉木各因子平均生長，以其各二株供試木之平均值而依普通觀察法比較之，先就測得各因子之平均生長量平均值綜合列其結果如下第 3 表：

各因子平均生長量比較表　　第 3 表

樹齡	樹高 (m)					胸高直徑 (m)					胸高斷面積 (m^2)					材積 (m^3)				
	B_B	B_C	B_D	B_D(d)	B_E	B_B	B_C	B_D	B_D(d)	B_E	B_B	B_C	B_D	B_D (d)	B_E	B_B	B_C	B_D	B_D(d)	B_E
1	0.55	0.29	0.33	0.40	0.53															
2	0.41	0.56	0.42	0.36	0.48															
3	0.36	0.72	0.47	0.39	0.46															
4	0.34	0.72	0.80	0.41	0.70	0.13	0.22	0.19	0.23	1.21	0.000006	0.000021	0.000014	0.000017	0.000460	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0025
5	0.30	0.72	0.76	0.48	0.75	0.16	0.30	0.35	0.43	1.16	17	59	58	77	500	0	1	2	2	26
6	0.29	0.69	0.70	0.50	0.77	0.18	0.35	0.59	0.54	1.17	18	56	175	148	643	1	2	6	3	33
7	0.28	0.52	0.65	0.70	0.82	0.22	0.39	0.71	0.65	1.19	29	85	291	245	788	1	3	11	9	41
8	0.27	0.54	0.61	0.63	0.78	0.23	0.43	0.81	0.71	1.16	38	118	444	339	843	1	5	19	15	47
9	0.27	0.51	0.68	0.76	0.74	0.26	0.46	0.93	0.78	1.16	54	146	584	458	940	2	5	27	22	51
10	0.26	0.50	0.67	0.71	0.78	0.28	0.48	0.93	0.82	1.13	61	185	713	548	1007	2	6	33	30	55
11	0.26	0.51	0.65	0.72	0.82	0.28	0.52	0.91	0.83	1.11	70	225	742	622	1050	2	7	34	37	58
12	0.25	0.51	0.63	0.71	0.83	0.30	0.53	0.92	0.84	1.10	81	264	824	688	1124	2	8	38	44	62
13	0.25	0.53	0.62	0.69	0.83	0.30	0.55	0.90	0.87	1.08	91	310	842	792	1189	2	10	38	51	66
14	0.24	0.53	0.64	0.68	0.81	0.30	0.54	0.90	0.85	1.08	101	323	907	805	1283	2	12	43	55	71
15	0.23	0.51	0.63	0.66	0.84	0.30	0.55	0.90	0.83	1.09	101	352	955	824	1385	2	14	45	60	75
16	0.23	0.48	0.70	0.64	0.87	0.30	0.54	0.89	0.85	1.08	111	367	987	918	1464	3	16	54	64	79
17	0.24	0.46	0.79	0.61	0.84	0.30	0.53	0.86	0.90	1.05	118	381	1007	1088	1480	3	17	60	72	88

綜觀第3表結果，各因子之平均生長量，B_E 型土壤上杉木之平均生長量始終較他四種土壤型上之生長殆爲大，B_D 型土壤上杉木之生雖次之，稍大爲 B_D (d) 型土壤上之杉木生長，但其差異相差微小，即示兩者相近似，大約較小爲 B_E 型之 1/5，又 B_C 型土壤上杉木之平均生長亦示較小 B_D 及 B_D(d)型者大約 1/5，B_D 型土壤上之杉木平均生長始終落後，即示其生長最劣，如樹高或胸高直徑之平均生長在 17 年生時尙未到達 B_E 型之 1/3，僅爲 B_C 型之約 1/2，材積生長於 B_E 型或 B_D 及 B_D (d) 型平均生長，殆逐年遞增之趨勢，B_C 型雖示稍有增大，但其數量僅小，在 17 年生時之材積平均生長量竟達到 $0.0038m^3$ 之多 B_B 型者僅爲 $0.0003m^3$，相差尙較遠，B_D (d) 型與 B_D 型相差較小，前者爲 $0.0072m^3$，後者爲 $0.0060m^3$，B_C 型之平均生長量僅爲$0.0017m^3$。

Ⅲ 連 年 生 長

生育在五種土壤型上杉木之連年生長量，分別按複合試驗分析法比較其優劣。

茲就各因子連年生長分別論述如下：

A. 樹高連年生長：

五種不同土壤型上之杉木樹高連年生長量，列如第 4 表。

樹高連年生長表　　單位：M　　第 4 表

樹齡	B_B 型			B_C 型			B_D 型			B_D (d) 型			B_E 型		
	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均	Ⅰ	Ⅱ	平均
1	0.55	0.55	0.55	0.23	0.30	0.29	0.46	0.21	0.34	0.47	0.33	0.40	0.60	0.45	0.33
2	0.35	0.20	0.28	0.32	1.35	0.84	0.18	0.83	0.51	0.32	0.30	0.31	0.47	0.39	0.43
3	0.40	0.15	0.28	0.91	1.15	1.03	0.28	0.84	0.56	0.46	0.43	0.45	0.48	0.35	0.42
4	0.28	0.20	0.24	0.51	0.88	0.70	2.57	1.06	1.82	0.51	0.42	0.47	1.12	1.71	1.42
5	0.17	0.20	0.19	0.40	0.11	0.23	0.84	0.72	0.78	0.80	0.70	0.75	1.12	0.75	0.94
6	0.20	0.28	0.24	0.22	0.65	0.44	0.36	0.39	0.38	0.53	0.64	0.59	0.84	1.07	0.96
7	0.23	0.22	0.23	0.49	0.49	0.49	0.40	0.41	0.41	2.40	1.55	1.98	0.92	1.23	1.08
8	0.15	0.25	0.20	0.35	0.21	0.28	0.38	0.37	0.38	0.52	0.46	0.49	0.47	0.45	0.46
9	0.17	0.35	0.26	0.44	0.14	0.29	1.90	0.47	1.19	1.19	0.92	1.01	0.52	0.34	0.43
10	0.13	0.30	0.22	0.60	0.27	0.44	0.80	0.39	0.60	0.63	0.68	0.66	1.82	0.41	1.12
11	0.07	0.25	0.16	0.56	0.65	0.61	0.47	0.50	0.49	0.74	0.73	0.74	0.64	1.77	1.21
12	0.15	0.25	0.20	0.20	0.78	0.49	0.39	0.45	0.42	0.63	0.57	0.60	0.60	1.30	0.95
13	0.15	0.25	0.20	1.20	0.48	0.84	0.48	0.31	0.40	0.43	0.48	0.46	1.31	0.48	0.90
14	0.15	0.13	0.14	0.78	0.23	0.51	0.66	0.75	0.71	0.55	0.50	0.53	0.76	0.40	0.58
15	0.15	0.14	0.15	0.12	0.11	0.12	0.75	0.91	0.83	0.43	0.37	0.40	0.26	1.95	1.11
16	0.40	0.15	0.23	0.08	0.07	0.08	1.83	1.67	1.75	0.37	0.41	0.39	1.44	1.25	1.35
17	0.30	0.16	0.23	0.16	0.12	0.14	1.18	0.99	1.09	0.13	0.24	0.19	0.60	0.25	0.43
計	4.00	4.03	0.24	7.62	7.99	0.46	13.93	11.27	0.74	11.11	9.73	0.61	13.97	14.55	0.84

依據第4表中五種土壤型上連年生長量，進行變方分析如次：

樹高連年生長變方分析表　第5表

變因	自由度	平方和	均方	F
樹株間	1	0.0551		
土壤型間	4	7.7130	1.9283	18.0722**
樹齡間	16	3.5998	0.2250	2.1087*
土壤型 × 樹齡	64	14.8472	0.2320	2.1743**
機差	84	8.9664	0.1067	
總計	169	35.1815		

註：*示顯著在 5 %標點，即顯著，**示顯著在 1%標點，即極顯著；以下均同此。

上第 5 表分析結果，土壤型間及土壤型×樹齡間之 F 值均極顯著，又樹齡間之 F 值顯著，於是可分別進行t值測驗如下；

a.) 土壤型間

先求出各土壤型間樹高連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{34}} = 1.99 \times 0.0792 = 0.1576$$

$$D_2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{34}} = 2.64 \times 0.0792 = 0.2091$$

再行比較其生長量如下第 6 表：

土壤型間樹高連年生長比較表　第 6 表

土壤型	生長量 (M)	差		異	
B_E	0.84				
B_D	0.74	0.10			
B_D (d)	0.61	0.23	0.13		
B_C	0.46	0.38	0.28	0.15	
B_B	0.24	0.60	0.50	0.37	0.22

註：上表差異欄內，實線以下示顯著在 1 %標點，即示極顯著；以下均同此。

五種不同土壤型上杉木之樹高連年生長，由第 6 表上測驗結果，各種土壤型間之生長差異極大，示生長均數差異極顯著，B_E 型最優，B_D 型，B_D (d) 型順次之，B_C 型與 B_B 型爲最劣，則示其各種土壤型上杉木之樹高生長各有不同極爲顯明。

b.) 樹齡間

先求出各樹齡間樹高連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{10}} = 1.99 \times 0.1461 = 0.2907$$

$$D_2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{10}} = 2.64 \times 0.1461 = 0.3857$$

再行比較其生長量如下第 7 表：

各樹齡間樹高連年生長比較表 第 7 表

樹齡	生長量 (M)	差															異
4	0.93																
7	0.83	0.10															
16	0.77	0.16	0.06														
9	0.64	0.29	0.19	0.13													
11	0.64	0.29	0.19	0.13	0.00												
10	0.60	0.33	0.23	0.17	0.04	0.04											
5	0.58	0.35	0.25	0.19	0.06	0.06	0.02										
13	0.56	0.37	0.27	0.21	0.08	0.08	0.04	0.02									
3	0.55	0.38	0.28	0.22	0.09	0.09	0.05	0.03	0.01								
12	0.53	0.40	0.30	0.24	0.11	0.11	0.07	0.05	0.03	0.02							
6	0.52	0.41	0.31	0.25	0.12	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03	0.01						
15	0.52	0.41	0.31	0.25	0.12	0.12	0.08	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00					
14	0.49	0.44	0.33	0.28	0.15	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03				
2	0.47	0.46	0.35	0.30	0.17	0.17	0.13	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.05	0.02			
1	0.42	0.51	0.41	0.35	0.22	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.10	0.07	0.05		
17	0.41	0.52	0.42	0.36	0.23	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.08	0.06	0.01	
8	0.36	0.57	0.47	0.41	0.28	0.28	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.13	0.11	0.06	0.05

註：上表差異欄內虛線以下示顯著在 5 %標點，即示顯著；以下均同此。

由第7表測驗結果觀之， 4，7，9，11，16 等各樹齡間之差異均不顯著，即其樹高連年生長量均相彷彿，且爲全樹齡間生長最優期間；3，5，10 等樹齡相互間之差異不顯著，但與前列 4 樹齡間之生長差異示顯著，其生長量次爲前列各樹齡；其餘各樹齡相互間之差異不顯著， 與前列 4，7，16 等三樹齡間示顯著或極顯著之差異， 即示其各年生長似相彷彿，但與前列各年之生長絕不相同，乃爲全樹齡中生長較劣時期。

c.) 土壤型×樹齡

土壤型×樹齡之測驗，得分 (1) 每種土壤型各樹齡間，(2) 每樹齡各土壤型間，二部分進行之。先求出其樹高連年生長均數之差異顯著標準值，然後再行分別進行測驗而比較之：

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{2}} = 1.99 \times 0.3266 = 0.6499$$

$$D_2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1067}{2}} = 2.64 \times 0.3266 = 0.8622$$

(1) 每種土壤型各樹齡間樹高連年生長：

(a) B_B 型土壤上杉木之各樹齡間樹高連年生長，相互間之差異均不顯著，即示其生長均相彷彿，並無甚大之差異。

(b) B_C 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較如第 8 表：

BC 型土壤各樹齡間樹高生長比較表　　第 8 表

樹齡	生長量 (M)	差								異							
3	1.03																
2	0.84	0.19															
13	0.84	0.19	0.00														
4	0.70	0.33	0.14	0.14													
11	0.61	0.42	0.23	0.23	0.09												
14	0.51	0.52	0.33	0.33	0.19	0.10											
7	0.49	0.54	0.35	0.35	0.21	0.12	0.02										
12	0.49	0.54	0.35	0.35	0.21	0.12	0.02	0.00									
6	0.44	0.59	0.40	0.40	0.26	0.17	0.07	0.05	0.05								
10	0.44	0.59	0.40	0.40	0.26	0.17	0.07	0.05	0.05	0.00							
1	0.29	0.74	0.55	0.55	0.31	0.32	0.22	0.20	0.20	0.15	0.15						
9	0.29	0.74	0.55	0.55	0.31	0.32	0.22	0.20	0.20	0.15	0.15	0.00					
8	0.28	0.75	0.56	0.56	0.32	0.33	0.23	0.21	0.21	0.16	0.16	0.01	0.01				
5	0.26	0.77	0.58	0.58	0.34	0.35	0.25	0.23	0.23	0.18	0.18	0.03	0.03	0.02			
17	0.14	0.89	0.70	0.70	0.46	0.47	0.37	0.35	0.35	0.30	0.30	0.15	0.15	0.14	0.12		
15	0.12	0.91	0.72	0.72	0.48	0.49	0.39	0.37	0.37	0.32	0.32	0.17	0.17	0.16	0.14	0.02	
16	0.08	0.95	0.76	0.76	0.52	0.53	0.43	0.41	0.41	0.36	0.36	0.21	0.21	0.20	0.18	0.06	0.04

由第 8 表測驗結果觀之，BC 型土壤上杉木之樹高生長量，以 2～4，11,13 等樹齡爲最大，相互間之差異均不顯著，即示其生長相彷彿，且爲全樹齡中爲生長最優時期； 6，7，12，14 等樹齡間之差異不顯著，但與前列樹齡之生長較小，即其生長量次之；1，5，8～10 等各樹齡間之差異亦不顯著，但其生長較劣；15～17 等樹齡相互間差異不顯著，示生長均相彷彿，但較前列 2，3，13 等各年生間均示極顯著之差異，即爲其生長示全樹齡中最劣時期。

(c) BD 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較如第 9 表：

由第9表測驗結果觀之，BD 型土壤上杉木之樹高連年生長量，以4，9，16，17 等樹齡爲最大，相互間之差異均不顯著，但與其餘樹齡間示極顯著或顯著之差異，即示其生長爲全樹齡中爲生長最優時期； 3，5，10，14，15 等樹齡相互間之差異均不顯著，示其生長相彷彿，但與前列之各樹齡示差異極顯著或顯著，示其生長確有不同而次之；其餘各樹齡相互間之差異均不顯著，但較前列各樹齡均示顯著或極顯著之差異，即爲其生長示全樹齡中最劣時期。

(d) BD (d) 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較如第 10 表：

BD 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較表　　第 9 表

樹齡	生長量	差															異
	(M)																
4	1.82																
16	1.75	0.07															
9	1.19	0.63	0.56														
17	1.09	0.73	0.66	0.10													
15	0.83	0.99	0.92	0.36	0.26												
5	0.78	1.04	0.97	0.41	0.31	0.05											
14	0.71	1.11	1.04	0.48	0.37	0.12	0.07										
10	0.60	1.22	1.15	0.59	0.48	0.23	0.18	0.11									
3	0.56	1.26	1.19	0.63	0.52	0.27	0.22	0.15	0.04								
2	0.51	1.31	1.24	0.68	0.57	0.32	0.27	0.20	0.09	0.05							
11	0.49	1.33	1.26	0.70	0.59	0.34	0.29	0.22	0.11	0.07	0.02						
12	0.42	1.40	1.33	0.77	0.66	0.41	0.36	0.29	0.18	0.14	0.09	0.07					
7	0.41	1.41	1.34	0.78	0.67	0.42	0.37	0.30	0.19	0.15	0.10	0.03	0.01				
13	0.40	1.42	1.35	0.79	0.68	0.43	0.38	0.31	0.20	0.16	0.11	0.09	0.02	0.01			
6	0.38	1.44	1.37	0.81	0.70	0.45	0.40	0.33	0.22	0.18	0.13	0.11	0.04	0.03	0.02		
8	0.38	1.44	1.37	0.81	0.70	0.45	0.40	0.33	0.22	0.18	0.13	0.11	0.04	0.03	0.02	0.00	
1	0.34	1.48	1.41	0.85	0.74	0.49	0.44	0.37	0.26	0.22	0.17	0.15	0.08	0.07	0.06	0.04	0.04

BD (d) 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較表 第 10 表

樹齡	生長量	差															異
	(M)																
7	1.98																
9	1.01	0.97															
5	0.75	1.23	0.26														
11	0.74	1.24	0.27	0.01													
10	0.66	1.32	0.35	0.09	0.08												
12	0.60	1.38	0.41	0.15	0.14	0.06											
6	0.59	1.39	0.42	0.16	0.15	0.07	0.01										
14	0.53	1.45	0.48	0.22	0.21	0.13	0.07	0.06									
8	0.49	1.49	0.52	0.26	0.25	0.17	0.11	0.10	0.04								
4	0.47	1.51	0.54	0.28	0.27	0.19	0.13	0.12	0.06	0.02							
13	0.46	1.52	0.55	0.29	0.28	0.20	0.14	0.13	0.07	0.03	0.01						
3	0.45	1.53	0.56	0.30	0.29	0.21	0.15	0.14	0.08	0.04	0.02	0.01					
1	0.40	1.58	0.61	0.35	0.34	0.26	0.20	0.19	0.13	0.09	0.07	0.06	0.05				
15	0.40	1.58	0.61	0.35	0.34	0.26	0.20	0.19	0.13	0.09	0.07	0.06	0.05	0.00			
16	0.39	1.59	0.62	0.36	0.35	0.27	0.21	0.20	0.14	0.10	0.08	0.07	0.06	0.01	0.01		
2	0.31	1.67	0.70	0.44	0.43	0.35	0.29	0.28	0.22	0.18	0.16	0.15	0.14	0.09	0.09	0.08	
17	0.19	1.79	0.82	0.56	0.55	0.47	0.41	0.40	0.34	0.30	0.28	0.27	0.26	0.21	0.21	0.20	0.12

由第 10 表測驗結果觀之，7年生之生長在全樹齡中爲生長最優，與其餘各樹齡間均示差異極顯著；9 年生次之，與2，17等兩樹齡間示差異顯著；與餘各樹齡間之差異均不顯著，即示其生相彷彿；但 1~4， 13~17 等各樹齡之生長爲全樹齡中生長最劣時期。

(e) B_E 型土壤各樹齡間樹高連年生長比較如第 11 表：

B_E型土壤各樹齡間樹高連年生長比較表　　第 11 表

樹齡	生長齡 (M)	差								異							
4	1.42																
16	1.35	0.07															
11	1.21	0.21	0.14														
10	1.12	0.30	0.23	0.09													
15	1.11	0.31	0.24	0.10	0.01												
7	1.08	0.34	0.27	0.13	0.04	0.03											
6	0.96	0.46	0.39	0.25	0.16	0.15	0.12										
12	0.95	0.47	0.40	0.26	0.17	0.16	0.13	0.01									
5	0.94	0.48	0.41	0.27	0.18	0.17	0.14	0.02	0.01								
13	0.90	0.52	0.45	0.31	0.22	0.21	0.18	0.06	0.05	0.04							
14	0.58	0.84	0.77	0.63	0.54	0.53	0.50	0.38	0.37	0.36	0.32						
1	0.53	0.89	0.82	0.68	0.59	0.58	0.55	0.43	0.42	0.41	0.37	0.05					
8	0.46	0.96	0.89	0.75	0.66	0.65	0.62	0.50	0.49	0.48	0.44	0.12	0.07				
2	0.43	0.99	0.92	0.78	0.69	0.68	0.65	0.53	0.52	0.51	0.47	0.15	0.10	0.03			
9	0.43	0.99	0.92	0.78	0.69	0.68	0.65	0.53	0.52	0.51	0.47	0.15	0.10	0.03	0.00		
17	0.43	0.99	0.92	0.78	0.69	0.68	0.65	0.53	0.52	0.51	0.47	0.15	0.10	0.03	0.00	0.00	
3	0.42	1.00	0.93	0.79	0.70	0.69	0.66	0.54	0.53	0.52	0.48	0.16	0.11	0.04	0.01	0.01	0.00

由第 11 表測驗結果觀之， 4~7，10~16 等各樹齡相互間之差異均不顯著，即示其生長相類似，且爲全樹齡中生長最優時期， 1~3，8，9，17 等樹齡間之差異雖均不顯著，但較前列各年均示顯著或極顯著之差異，即示爲其生長在全樹齡中生長最劣時期。

(2) 每樹齡各種土壤型間樹高連年生長：每樹齡之各土壤型間樹高連年生長比較如第12表：

由第 12 表測驗結果觀之，B_B型上各樹齡之生長與B_C型各樹齡間，除 15~17 等樹齡示正符號差異外餘均爲負號差異，但其差異殆不顯著，示兩土壤型間各樹齡之生長相彷彿， 與 B_D 型之 4，9，15~17 等樹齡，與 B_D (d) 型之 7，9 兩樹齡及與 B_E 型之 4~7， 10~16 等各樹齡間均示負號顯著或極顯著之差異外，餘其生長均相彷彿； B_C型各樹齡之生長與 B_D 型之 4，9，16，17 等四樹齡，與 B_D (d) 型之 7，9 兩樹齡及與 B_E 型之 4，5， 15，16 等樹齡間之差異示爲負號顯著或極顯著外，餘各樹齡之差異大體示負號且示不顯著， 即示其生長相類似； B_D 型與 B_D (d) 型者，4，7，16，17 等樹齡之差異均示正號極顯著外，餘其生長相彷彿，與 B_E 型之 7，9，11，17 等樹齡示其差異顯著外，餘各樹齡之差異不顯著；B_D (d) 型與 B_E 型之 4，7，16

每樹齡各土壤型樹高連年生長比較表　　單位：M　　第 12 表

樹齡	BB (1)	BC (2)	BD (3)	BD(d) (4)	BE (5)	差異 (1)—(2)	(1)—(3)	(1)—(4)	(1)—(5)	(2)—(3)	(2)—(4)	(2)—(5)	(3)—(4)	(3)—(5)	(4)—(5)
1	0.55	0.29	0.34	0.40	0.53	+0.26	+0.21	+0.15	+0.02	−0.05	−0.11	−0.24	−0.06	−0.19	−0.13
2	0.28	0.84	0.51	0.31	0.43	−0.56	−0.23	−0.03	−0.15	+0.33	+0.53	+0.41	+0.20	+0.08	−0.12
3	0.28	1.03	0.56	0.45	0.42	−0.75	−0.28	−0.17	−0.14	+0.47	+0.58	+0.61	+0.11	+0.14	+0.03
4	0.24	0.70	1.82	0.47	1.42	−0.46	−1.58**	−0.23	−1.18**	−1.12**	+0.23	−0.72*	+1.35**	+0.40	−0.95**
5	0.19	0.26	0.78	0.75	0.94	−0.07	−0.59	−0.56	−0.75*	−0.52	−0.49	−0.68*	+0.03	−0.16	−0.19
6	0.24	0.44	0.38	0.59	0.96	−0.20	−0.14	−0.35	−0.72*	+0.06	−0.15	−0.52	−0.21	−0.58	−0.37
7	0.23	0.49	0.41	1.98	1.03	−0.26	−0.18	−1.75**	−0.85*	+0.08	−1.49**	−0.59	−1.57**	−0.67*	+0.90**
8	0.20	0.23	0.33	0.49	0.46	−0.03	−0.18	−0.29	−0.26	−0.10	−0.21	−0.18	−0.11	−0.03	+0.03
9	0.26	0.29	1.19	1.01	0.43	−0.03	−0.93**	−0.75*	−0.17	−0.90**	−0.72*	−0.14	+0.18	+0.76*	+0.58
10	0.22	0.44	0.60	0.66	1.12	−0.22	−0.38	−0.44	−0.90**	−0.16	−0.22	−0.68*	−0.06	−0.52	−0.46
11	0.16	0.61	0.49	0.74	1.21	−0.45	−0.33	−0.58	−1.05**	+0.12	−0.13	−0.60	−0.25	−0.72*	−0.47
12	0.20	0.49	0.42	0.60	0.95	−0.29	−0.22	−0.40	−0.75*	+0.07	−0.11	−0.46	−0.18	−0.53	−0.35
13	0.20	0.84	0.40	0.46	0.90	−0.64	−0.20	−0.26	−0.70*	+0.44	+0.38	−0.06	−0.06	−0.50	−0.44
14	0.14	0.51	0.71	0.53	0.53	−0.37	−0.57	−0.39	−0.44	−0.20	−0.02	−0.07	+0.18	+0.13	−0.05
15	0.15	0.12	0.83	0.40	1.11	+0.03	−0.68*	−0.25	−0.96**	−0.71	−0.28	−0.99**	×0.43	−0.28	−0.71*
16	0.28	0.08	1.75	0.39	1.35	+0.20	−1.47**	0.11	−1.07**	−1.67**	−0.31	−1.27**	+1.35**	+0.40	−0.96**
17	0.23	0.14	1.09	0.19	0.43	+0.09	−0.86*	+0.04	−0.20	−0.95**	−0.05	−0.29	+0.90**	+0.66*	−0.24

等三樹齡之差異示正或負號之極顯著差異， 15 年生示負號顯著差異外・餘均不顯著，即示其各樹齡間樹高連年生長相彷彿大致相同。

B. 胸高直徑連年生長：

五種不同土壤型上杉木之胸高直徑（以下簡稱胸徑）連年生長量，列如第 13 表：

依據第 13 表中之生長量進行變方分析如次：

胸徑連年生長變方分析表　　第 14 表

變因	自由度	平方和	均方	F
樹株間	1	0.0016		
土壤型間	4	11.6975	2.9244	29.0149**
樹齡間	13	2.3304	0.1793	1.7788
土壤型 × 樹齡	52	5.6044	01.078	1.0694
機差	69	6.9555	01.008	
總計	139	26.5894		

胸高直徑連年生長表　　單位：cm　　第 13 表

樹齡	B_B I	B_B II	B_B 平均	B_C I	B_C II	B_C 平均	B_D I	B_D II	B_D 平均	B_D(d) I	B_D(d) II	B_D(d) 平均	B_E I	B_E II	B_E 平均
4	0.63	0.41	0.52	0.91	0.25	0.58	0.49	1.06	0.78	1.14	0.67	0.91	0.54	1.78	1.16
5	0.44	0.14	0.29	0.67	0.34	0.51	0.63	1.40	1.02	1.54	0.92	1.23	0.56	1.00	0.78
6	0.47	0.07	0.27	0.35	0.77	0.56	1.78	1.88	1.83	1.42	0.82	1.12	1.44	1.35	1.40
7	0.47	0.41	0.44	0.62	0.84	0.73	1.04	1.76	1.40	1.62	0.90	1.26	1.36	1.59	1.38
8	0.35	0.42	0.39	0.67	0.78	0.73	0.90	2.14	1.52	1.48	0.83	1.16	1.17	0.63	0.90
9	0.35	0.50	0.43	0.61	0.77	0.69	1.64	1.48	1.56	1.68	0.96	1.32	0.95	1.26	1.11
10	0.29	0.59	0.44	0.71	0.66	0.69	0.99	1.55	1.27	1.18	1.08	1.08	0.95	0.94	0.65
11	0.24	0.47	0.36	0.84	0.72	0.78	0.89	0.54	0.72	1.02	0.99	1.01	0.83	0.79	0.81
12	0.19	0.59	0.39	0.56	0.89	0.73	1.18	0.94	1.06	0.96	0.91	0.94	0.77	1.17	0.97
13	0.31	0.41	0.36	0.60	1.02	0.81	0.84	0.40	0.62	1.42	0.94	1.18	1.07	0.78	0.93
14	0.33	0.38	0.36	0.63	0.34	0.49	1.30	0.60	0.95	0.22	0.96	0.59	1.01	1.18	1.10
15	0.22	0.11	0.17	0.54	0.46	0.50	1.02	0.61	0.82	0.50	0.68	0.59	0.95	1.31	1.13
16	0.38	0.31	0.35	0.56	0.34	0.45	0.92	0.44	0.68	1.12	1.17	1.15	0.83	1.17	1.00
17	0.31	0.30	0.31	0.49	0.38	0.44	0.62	0.56	0.59	1.82	1.50	1.66	0.71	0.56	0.64
計	4.93	5.11	0.36	8.76	8.56	0.62	14.24	15.36	1.06	17.12	13.33	1.09	13.09	15.36	1.02

由第 4 表分析之結果，土壤間之 F 值示極顯著，即示土壤型間之平方和差異極顯著，於是可進行 t 測驗如次：

先求出五種土壤型間胸高直徑連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1008}{28}} = 2.00 \times 0.0844 = 0.1688$$

$$D_2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.1008}{28}} = 2.65 \times 0.0844 = 0.2237$$

再行比較其生長量如下

土壤型間胸徑連年生長比較表　第 15 表

土壤型	生長量 (cm)	差		異	
B_D(d)	1.09				
B_D	1.06	0.03			
B_E	1.02	0.07	0.04		
B_C	0.62	0.47	0.44	0.40	
B_B	0.36	0.73	0.70	0.66	0.26

五種不同土壤型上杉木之胸徑連年生長，由第15表測驗結果，形式上 B_D (d) 型較 B_D 型及 B_E 型之生長稍有大，但各種土壤型相互間之生長差異均不顯著，即示其生長似相彷彿，又 B_C 型與 B_B 型之差異極顯著，且此兩土壤型與前列各種土壤間亦示其差異極顯著，即前者各土壤型之生長較優爲後者各種土壤型之生長極爲顯明。

C. 胸高斷面積連年生長：

五種不同土壤型上杉木之胸高斷面積連年生長量，列如第 16 表：

胸高斷面積連年生長表　單位：m^2　第 16 表

樹齡	B_B			B_C			B_D			B_D (d)			B_E		
	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均
4	0.31	0.13	0.22	1.11	0.27	0.69	0.19	0.88	0.54	1.02	0.35	0.69	3.57	1199	7.78
5	0.59	0.11	0.35	1.64	0.49	1.07	0.80	3.87	2.34	4.62	1.64	3.13	4.19	8.93	6.56
6	0.96	0.06	0.51	1.14	1.80	1.47	5.17	10.04	7.61	7.56	2.57	5.07	12.62	14.53	13.58
7	1.31	0.53	0.92	2.50	2.61	2.53	5.42	15.13	10.23	12.50	4.05	8.28	15.21	17.96	6.57
8	1.20	0.82	1.01	3.37	3.69	3.53	6.07	23.40	14.74	15.01	4.85	9.93	14.71	9.89	12.30
9	1.40	1.34	1.37	3.69	4.58	4.14	14.32	20.88	17.60	21.22	6.97	14.10	14.02	20.25	17.14
10	1.30	2.08	1.69	5.02	4.66	4.84	10.69	25.56	18.13	17.56	9.57	13.57	15.44	16.73	16.09
11	1.18	2.05	1.62	6.97	5.87	6.42	10.93	9.78	18.36	16.93	10.38	13.66	14.65	15.13	14.89
12	0.99	3.06	2.03	5.26	8.38	6.82	16.40	18.14	17.27	17.43	10.90	14.17	14.55	24.22	19.39
13	1.75	2.45	2.10	6.18	11.14	8.66	13.01	8.13	10.57	28.44	12.62	20.53	21.78	17.33	19.56
14	2.02	2.50	2.26	7.10	4.07	5.59	22.32	12.68	17.50	4.69	14.33	9.51	22.20	28.05	25.13
15	1.44	0.77	1.11	6.58	7.11	6.85	19.37	13.47	16.42	10.94	11.02	10.98	22.35	33.69	28.02
16	2.68	2.27	2.48	7.31	4.50	5.91	18.87	10.07	14.47	25.93	20.67	23.30	20.68	32.38	26.53
17	2.35	2.34	2.35	6.80	5.50	6.05	13.47	13.27	13.37	46.35	29.64	28.00	18.55	16.25	17.40
計	19.48	20.51	1.43	64.67	64.47	4.61	157.03	185.30	12.23	230.20	139.53	13.21	214.52	267.33	17.21

註：表中生長量，係將原數值×10,CC0；以下均同此。

依據第 16 表中五種土壤型上之胸高斷面積連年生長量進行變方分析如次·

胸高斷面積生長變方分析表　第 17 表

變因	自由度	平方和	均方	F
樹株間	1	0.5444		
土壤型間	4	4742.0030	1185.5003	53.6298**
樹齡間	13	2153.5499	166.0423	8.2117**
土壤型×樹齡	52	2185.4553	42.0276	2.0786**
機差	69	1395.1874	20.2201	
總計	139	10481.7205		

由第 17 表上分析結果，土壤型間，樹齡間，土壤型×樹齡之 F 值均極顯著，即示該三項目之平方差異極顯著，於是可進行 t 測驗如次：

a.) 土壤型間

先求出五種土壤型之胸高斷面積連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1 = t_5\% \times \sqrt{2\times\frac{20.2201}{23}} = 2.00\times1.2017 = 2.4024$$

$$D_2 = t_1\% \times \sqrt{2\times\frac{20.2201}{23}} = 2.65\times1.2017 = 3.1845$$

再行比較如第 18 表：

各土壤型間胸高斷面積連年生長比較表　第 18 表

土壤型	生長量 (m^2)	差			異
B_E	17.21				
B_D(d)	13.21	4.00			
B_D	12.23	4.98	0.98		
B_C	4.61	12.60	8.60	7.62	
B_B	1.43	15.78	11.78	10.80	3.18

由第 18 表上測驗結果觀之，B_E型土壤上之生長與其他土壤型間之差異均極顯著，B_D (d) 型與 B_D 型雖示差異不顯著，但與 B_C 型及 B_B 型示極顯著差異，B_C 型與 B_B 型之差異顯著，可知五種不同土壤型上之生長各有異，即 B_E 型上之生長量確較他種土壤型上之生長量為大，示其生長最優，B_D (d) 型與B_D型之生長相彷彿，而較 B_C 型或 B_B 型為佳，次為B_E型之生長，B_B 型之生長最劣，B_C 型即前之，經測驗結果極為明確。

b.)　樹齡間

先求出各樹齡胸高斷面積連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1 = t_5\% \times \sqrt{2\times\frac{20.2201}{10}} = 2.00\times2.0109 = 4.0218$$

$$D_2 = t_1\% \times \sqrt{2\times\frac{20.2201}{10}} = 2.65\times2.0109 = 5.3239$$

再行比較其生長量如第 19 表

各樹齡間胸高斷面積連年生長比較表　第 19 表

樹齡	生長量 M^2	差												異
17	15.43													
16	14.54	0.89												
15	12.67	2.76	1.87											
13	12.28	3.15	2.26	0.39										
14	12.00	3.43	2.54	0.67	0.28									
12	11.93	3.50	2.61	0.74	0.35	0.07								
9	10.87	4.56	3.67	1.80	1.41	1.13	1.06							
10	10.86	4.57	3.63	1.81	1.42	1.14	1.07	0.01						
11	9.39	6.04	5.15	3.28	2.89	2.61	2.54	1.48	1.47					
8	8.30	7.13	6.24	4.37	3.98	3.70	3.63	2.57	2.53	1.09				
7	7.72	7.71	6.82	4.95	4.53	4.28	4.21	3.15	3.14	1.67	0.58			
6	5.65	9.78	8.89	7.02	6.63	6.35	6.28	5.22	5.21	3.74	2.65	2.07		
5	2.69	12.74	11.85	9.98	9.59	9.31	9.24	8.18	8.17	6.70	5.61	5.03	2.96	
4	1.68	13.45	12.56	10.50	10.30	10.02	9.95	8.89	8.88	7.41	6.32	5.74	3.67	0.71

由第 19 表測測驗結果觀之，12~17 各樹齡間之差異均不顯著，即示其生長相彷彿大致相同，且爲全樹齡中生長最優時期；7~11 各樹齡間之差異亦均不顯著示其生長相彷彿，但較前列者之差異均爲顯著或極顯著，即其生長次爲前列各年之生長；4~6 各樹齡間之差異不顯著示其生長相彷彿，但較前列之各年示差異均爲極顯著，即其生長爲全樹齡中最劣時期；由此可知胸高斷面積連年生長，在幼時生長最劣，壯年生長確爲優。

c.) 土壤型×樹齡

土壤型×樹齡之測驗，得分 (1) 每土壤型各樹齡間，及(2)每樹齡各土壤型間二部分進行之。先求出其胸高斷面積連年生長均數之差異顯著標準値，然後再分別進行測驗而比較於後：—

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{20.2201}{2}} = 2.00 \times 4.4968 = 8.9936$$

$$D_2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{20.2201}{2}} = 2.65 \times 4.4968 = 11.9165$$

(1) 每土壤型各樹齡間胸高斷面積連年生長：

(a) .B_B 型及 B_C 型各土壤上杉木之各樹齡間胸高斷面積連年生長，相互間之差異均不顯著，即示其各樹齡間之生長均相彷彿，並無甚大之差異。

(b) B_D 型土壤上杉木之各樹齡間胸高斷面積連年生長比較如第 20 表：

B_D 型土壤各樹齡間胸高斷面積連年生長比較表　　第 20 表

樹齡	生長量 (M²)	差						異						
10	18.13													
9	17.60	0.53												
14	17.50	0.63	0.10											
12	17.27	0.86	0.33	0.23										
15	16.42	1.71	1.18	1.08	0.85									
8	14.74	3.39	2.86	2.76	2.53	1.68								
16	14.47	3.66	3.13	3.03	2.80	1.95	0.27							
17	13.37	4.76	4.23	4.13	3.90	3.05	1.37	1.10						
13	10.57	7.56	7.03	6.93	6.70	5.85	4.17	3.90	2.80					
11	10.36	7.77	7.24	7.14	6.91	6.06	4.38	4.11	3.01	0.21				
7	10.23	7.90	7.37	7.27	7.04	6.19	4.51	4.24	3.14	0.34	0.13			
6	7.61	10.52	9.99	9.89	9.66	8.81	7.13	6.86	5.76	2.96	2.75	2.62		
5	2.34	15.79	15.26	15.16	14.93	14.08	12.40	12.13	11.03	8.23	8.02	7.89	5.27	
4	0.54	17.59	17.06	16.96	16.73	15.88	14.20	13.93	12.83	10.03	9.82	9.69	7.07	1.70

由第 20 表測驗結果觀之，以 7~17 等樹齡之生長爲較大，但相互間之差異均不顯著，即示各年之生長均相彷彿，大致相同，並且爲全樹齡中爲生長較優時期；4~6 等三樹齡間之差異不顯著，但較前列各年均示顯著或極顯著之差異，其生長確示在全樹齡中最劣時期。

(c) B_D (d) 型土壤上杉木之各樹齡間胸高斷面積連年生長比較如第 21 表：

B_D (d) 土型壤各樹齡胸高斷面積連年生長比較表　　第 21 表

樹齡	生長量 (m²)	差						異						
17	38.00													
16	23.50	14.70												
13	20.53	17.47	2.77											
12	14.17	23.83	9.13	6.36										
9	14.10	23.90	9.20	6.43	0.07									
11	13.66	24.34	9.64	6.87	0.51	0.44								
10	13.57	24.43	9.73	6.96	0.60	0.53	0.09							
15	10.98	27.01	12.32	9.55	3.19	3.12	2.63	2.59						
8	9.93	23.06	13.37	10.60	4.24	4.17	3.73	3.64	1.05					
14	9.51	28.48	13.79	11.02	4.65	4.59	4.15	4.06	1.47	0.42				
7	8.23	29.71	15.02	12.25	5.89	5.82	5.38	5.29	2.70	1.55	1.23			
6	5.07	32.92	18.23	15.46	9.10	9.03	8.59	8.50	5.91	4.76	4.44	3.21		
5	3.13	34.86	20.17	17.40	11.04	10.97	10.53	10.44	7.85	6.70	6.38	5.15	1.94	
4	0.69	37.30	22.61	19.84	13.48	13.41	12.97	12.88	10.29	9.14	8.82	7.59	4.38	2.44

BE 型上壤各樹齡間胸高斷面積連年生長比較表　　　　第 22 表

樹齡	生長量 (m²)	差						異						
15	28.02													
16	26.53	1.49												
14	25.13	2.89	1.40											
13	19.56	8.46	6.97	5.57										
12	19.39	8.63	7.14	5.74	0.17									
17	17.40	10.62	9.13	7.73	2.16	1.99								
9	17.14	10.88	9.39	7.99	2.42	2.25	0.26							
7	16.59	11.43	9.94	8.54	2.97	2.80	0.81	0.55						
10	16.09	11.93	10.44	9.04	3.47	3.30	1.31	1.05	0.50					
11	14.89	13.13	11.64	10.24	4.67	4.50	2.51	2.25	1.70	1.20				
6	13.58	14.44	12.95	11.55	5.98	5.81	3.82	3.56	3.01	2.51	1.31			
8	12.30	15.72	14.23	12.83	7.26	7.09	5.10	4.84	4.29	3.79	2.59	1.28		
4	7.78	20.24	18.75	17.35	11.78	11.61	9.62	9.36	8.81	8.31	7.11	5.80	4.52	
5	6.56	21.46	19.97	18.57	13.00	12.83	10.84	10.58	10.03	9.53	8.33	7.02	5.74	1.22

由第 21 表測驗結果觀之，13，16，17 三樹齡之生長極大，與他各樹齡之差異示顯著或極顯著，爲其生長示最優時期；9～12，15 等各樹齡間之差異極小示其生長相類似，爲全樹齡中生長較好之時期；4～8 等各樹齡間之差異不顯著，但較前列各樹齡之差異均爲顯著或極顯著，即示其生長較小，且爲全樹齡中生長最劣時期。

(d) B_E 型土壤上杉木之各樹齡間胸高斷面積連年生長比較如第 22 表：

由第 22 表測驗結果觀之，12～15 等各樹齡相互間之差異均不顯著，即示其生長相彷彿，但較前列各樹齡間之差異均示顯著或極顯著，即示其生長次爲前列各年之生長；4，5 兩樹齡與前列各樹齡間之差異極顯著或顯著，爲其全樹齡中之生長最劣時期。

(2) 每樹齡各土壤間胸高斷面積連年生長比較如下第 23 表：

每樹齡各土壤型間胸高斷面積連年生長比較表　　單位：m²　　第 23 表

樹齡	B_B	B_C	B_D	B_D d	B_E	差異									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)—(2)	(1)—(3)	(1)—(4)	(1)—(5)	(2)—(3)	(2)—(4)	(2)—(5)	(3)—(4)	(3)—(5)	(4)—(5)
4	0.22	0.69	0.54	0.69	7.78	−0.47	−0.32	−0.47	−7.56	+0.15	0	−7.09	−0.15	−7.24	−7.09
5	0.35	1.07	2.34	3.13	6.56	−0.72	−1.99	−2.78	−6.21	−1.27	−2.06	−5.49	−1.19	−4.22	−3.43
6	0.51	1.47	7.61	5.07	13.58	−0.96	−7.10	−4.56	−13.07**	−6.14	−3.60	−12.11**	+2.54	−5.97	−8.51
7	0.92	2.56	10.23	8.28	16.59	−1.64	−9.31*	−7.36	−15.67**	−7.67	−5.72	−14.03**	+1.95	−6.36	−8.31
8	1.01	3.53	14.74	9.93	12.30	−2.52	−13.73**	−8.92	−11.29*	−11.21*	−6.40	−8.77	+4.81	+2.44	−2.37
9	1.37	4.14	17.60	14.10	17.14	−2.77	−16.23**	−12.73**	−15.77**	−13.46**	−9.96*	−13.00**	+3.50	+0.46	−3.04
10	1.69	4.84	18.13	13.57	16.09	−3.15	−16.44**	−11.88**	−14.40**	−13.29**	−8.73	−11.25*	+4.56	+2.04	−2.52
11	1.62	6.42	10.36	13.66	14.89	−4.80	−8.74	−12.04**	−13.27**	−3.94	−7.24	−8.47	+2.70	−4.53	−1.23
12	2.03	6.82	17.27	14.17	19.39	−4.79	−15.24**	−12.14**	−17.36**	−10.65*	−7.35	−12.57**	+3.10	−2.12	−5.22
13	2.10	8.66	10.57	20.53	19.56	−6.56	−8.47	−18.43**	−17.46**	−1.91	−11.87**	−10.90*	−9.96*	−8.99	−1.03
14	2.25	5.59	17.50	9.51	25.13	−3.33	−15.24**	−7.25	−23.07**	−11.91**	−3.92	−19.56**	+9.99*	−7.63	−1.562**
15	1.11	6.85	16.42	10.98	23.02	−5.74	−15.31**	−9.87*	−25.91**	−9.57*	−4.13	−21.17**	+5.44	−11.60*	−1.704**
16	2.48	5.91	14.47	23.50	25.53	−3.43	−11.99**	−20.82**	−24.05**	−8.56	−17.39**	−20.62**	−9.83*	−12.06**	−3.23
17	2.35	6.05	13.37	38.00	17.40	−3.70	−11.02*	−35.65**	−15.05**	−7.32	−31.95**	−11.35*	−14.63**	−4.03	+20.60**

由第 23 表測驗結果觀之，B_B 型土壤上各樹齡間之生長與他四種土壤型上之生長均示負號，確示其生長爲小，除與 B_C 型之各樹齡及他三種土壤型之 4～6 或 7 等樹齡間之差異不顯著外，餘均示顯著或極顯著，即確示 B_B 型各樹齡間之生長最劣；B_C 型與 B_D 型之 8～10，12，14，15 等樹齡，及與 B_D (d) 型之 9，13，16，17 等樹齡，與 B_E 型之 6，7，9，10，12～17等

樹齡之各樹齡間差異均示負號之顯著或極顯著，外餘其生長相彷彿；B_D 型與 B_D (d) 型各樹齡間除 13，14，16，17 年生示正或負號差異顯著或極顯著外餘均相類似，又與 B_E 型者 15年生亦示負號差異顯著及 16 年生負號極顯著之差異外，餘各樹齡間之差異均不顯著；B_D (d) 型與 B_E 型之 14，15 兩樹齡示負號，17 生示正號，且均爲極顯著差異外餘各樹齡間雖均示負號，但各樹齡間之生長均相彷彿。

D. 材積連年生長：

五種不同土壤型上杉木之材積連年生長量如第 24 表：

材積連年生長表　　單位：m^3　　第 24 表

樹齡	B_B			B_C			B_D			B_D (d)			B_E		
	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均	I	II	平均
5	0.01	0.01	0.01	0.05	0.03	0.04	0.03	0.12	0.08	0.01	0.04	0.03	0.26	0.48	0.37
6	0.01	0.01	0.01	0.03	0.08	0.06	0.24	0.28	0.26	0.04	0.09	0.07	0.46	0.81	0.64
7	0.01	0.01	0.01	0.07	0.12	0.10	0.20	0.68	0.44	0.56	0.39	0.48	0.65	1.06	0.86
8	0.07	0.05	0.06	0.12	0.14	0.13	0.66	0.77	0.72	0.62	0.47	0.55	0.73	1.09	0.91
9	0.05	0.03	0.04	0.10	0.15	0.13	0.86	0.97	0.92	0.89	0.66	0.78	0.64	1.05	0.85
10	0.02	0.03	0.03	0.16	0.08	0.12	0.78	0.87	0.83	1.25	0.85	1.05	0.98	0.78	0.88
11	0.02	0.04	0.03	0.28	0.11	0.20	0.01	0.78	0.40	1.31	0.79	1.05	1.06	0.82	0.94
12	0.04	0.04	0.04	0.22	0.47	0.35	1.25	0.43	0.84	1.55	0.99	1.27	1.27	0.97	1.12
13	0.04	0.04	0.04	0.22	0.42	0.32	0.30	0.46	0.38	1.70	1.09	1.40	1.45	0.71	1.08
14	0.06	0.06	0.06	0.37	0.28	0.33	1.38	0.91	1.15	1.23	0.82	1.03	2.13	0.83	1.48
15	0.01	0.03	0.02	0.29	0.44	0.37	0.48	0.77	63	1.46	1.16	1.31	1.88	0.66	1.27
16	0.08	0.04	0.06	0.37	0.26	0.32	2.63	1.32	1.93	1.57	0.87	1.22	2.11	0.80	1.46
17	0.11	0.08	0.10	0.36	0.30	0.33	1.77	1.22	1.50	2.36	1.59	1.88	1.89	2.57	2.23
計	0.53	0.47	0.059	2.64	2.88	0.212	1.059	9.53	0.776	14.55	9.61	0.929	15.51	12.63	1.082

註：表中生長量，係將原數值×1000；以下均同此。

依據第 24 表中各種不同土壤型上杉木之材積連年生長量進行分析如次：

材積生長變方分析表　　第 25 表

變因	自由度	平方和	均方	F
樹株間	1	0.5756		
土壤型間	4	21.7685	5.4421	1209.3556**
樹齡間	12	10.8219	0.9018	200.4000**
土壤型 × 樹齡	48	8.1765	0.1703	37.8444**
機差	64	0.2369	0.0045	
總計	129	41.6294		

上表分析之結果，土壤型，樹齡間及土壤型×樹齡之 F 值均極顯著，即示該三項目之平方和差異均極顯著，於是可進行 t 測驗如下：

a.) 土壤型間

先求出五種不同土壤型上杉木之材積連年生長均數之差異顯著標準值：

$$D_1=t_{5\%}\times\sqrt{2\times\frac{0.0045}{2\times 13}}=2.00\times 0.0186=0.0372$$

$$D_2=t_{1\%}\times\sqrt{2\times\frac{0.0045}{2\times 13}}=2.66\times 0.0186=0.0495$$

再行比較其生長量如下；

第 26 表

土壤型間材積生長比較表

土壤型	生長量 (m³)	差	異		
B_E	1.082				
B_D (d)	0.929	0.153			
B_D	0.776	0.306	0.153		
B_C	0.212	0.870	0.717	0.564	
B_B	0.039	1.043	0.890	0.737	0.173

由第 26 表測驗結果觀之，生育在五種不同土壤型上之杉木材積連年生長相互間之差異示均極顯著，即示各土壤型間之材積生材積確各有不同，而以B_E型上之生長最優，B_D (d) 型次之，B_D型順次之，B_B 型之生長爲最劣，B_C 型將前之，殆極爲顯明。

b.) 樹齡間：

先求出各樹齡材積連年生長均數差異顯著標準值.

$$D_1=t_{5\%}\times\sqrt{2\times\frac{0.0045}{10}}=2.00\times 0.0949=0.1698$$

$$D_2=t_{1\%}\times\sqrt{2\times\frac{0.0045}{10}}=2.63\times 0.0949=0.2524$$

再行比較其生長量如第 27 表；

第 27 表

各樹齡間材積生長比較表

樹齡	生長量 (M³)	差						異					
17	1.21												
16	1.01	0.20											
14	0.81	0.40	0.20										
12	0.72	0.49	0.29	0.09									
15	0.72	0.49	0.29	0.09	0.00								
13	0.64	0.57	0.37	0.17	0.08	0.08							
10	0.58	0.63	0.43	0.23	0.14	0.14	0.06						
9	0.54	0.67	0.47	0.27	0.18	0.18	0.10	0.04					
11	0.52	0.69	0.49	0.29	0.20	0.20	0.12	0.06	0.02				
8	0.47	0.74	0.54	0.34	0.25	0.25	0.17	0.11	0.07	0.05			
7	0.38	0.83	0.63	0.43	0.34	0.34	0.26	0.20	0.16	0.14	0.09		
6	0.21	1.00	0.80	0.60	0.51	0.51	0.43	0.37	0.33	0.31	0.26	0.17	
5	0.10	1.11	0.91	0.71	0.62	0.62	0.54	0.48	0.44	0.42	0.37	0.28	0.11

由第 27 表測驗結果觀之，14，16，17 等三樹齡間之差異示顯著， 又與其他樹齡間之差異爲顯著或極顯著，爲全樹齡中之生長最優時期；10～15 等各樹齡間之差異示不顯著， 其生長相彷彿，但較前列各年之差異均示顯著或極顯著，即其生長示較前列各年爲小；5～9等樹齡間之差異又示不顯著，而其生長大致相同，但較前列各列各年之差異爲顯著或極顯著，即 5～9 年生間之各年生長量與前列各年之生長量絕不相同，乃爲全樹齡中生長最劣時期；由此可知在幼時之材積生長確較在壯齡時之生長爲劣，而在 14～17 年生間之生長爲佳。

c.) 土壤型×樹齡

土壤型×樹齡之測驗，得分 (1) 每土壤型之各樹齡間及 (2) 每樹齡之各土壤型間二部分進行之。先求出其材積生長均數差異顯著標準値，然後再行分別進行測驗而比較於後：

$$D_1 = t_{5\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.0045}{2}} = 2.00 \times 0.0671 = 0.1342$$

$$D^2 = t_{1\%} \times \sqrt{2 \times \frac{0.0045}{2}} = 2.66 \times 0.0671 = 0.1785$$

(1) 每土壤型之各樹齡間材積連年生長。

(a) B_B 型土壤型上杉木之材積連年生長，於 17 年生時之生長量示 0.10m³，爲最大但各樹齡相互間之差異不顯著，即示各年次之生長大致相類似。

(b) B_C 型土壤上各樹齡間材積連年生長比較如第28表。

第 23 表

BC 型土壤上各樹齡間材積連年生長比較表

樹齡	生長量 (M3)	差											異
15	0.37												
12	0.55	0.02											
14	0.33	0.04	0.02										
17	0.33	0.04	0.02	0.00									
13	0.32	0.05	0.03	0.01	0.01								
16	0.32	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00							
11	0.20	0.17	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12						
8	0.13	0.24	0.22	0.20	0.20	0.19	0.19	0.07					
9	0.13	0.24	0.22	0.20	0.20	0.19	0.19	0.07	0.00				
10	0.12	0.25	0.23	0.21	0.21	0.20	0.20	0.03	0.01	0.01			
7	0.11	0.26	0.24	0.22	0.22	0.21	0.21	0.09	0.02	0.02	0.01		
6	0.06	0.31	0.29	0.27	0.27	0.26	0.26	0.14	0.07	0.07	0.06	0.05	
5	0.04	0.33	0.31	0.29	0.29	0.28	0.28	0.16	0.09	0.09	0.08	0.07	0.02

BD 型土壤各樹齡間材積連年生長比較表 第 29 表

樹齡	生長量 (M3)	差											異
16	1.93												
17	1.50	0.48											
14	1.15	0.83	0.35										
9	0.92	1.03	0.58	0.23									
12	0.84	1.14	0.63	0.31	0.08								
10	0.83	1.15	0.67	0.32	0.09	0.01							
8	0.72	1.26	0.78	0.43	0.20	0.12	0.11						
15	0.63	1.35	0.87	0.52	0.29	0.21	0.20	0.09					
7	0.44	1.54	1.06	0.71	0.48	0.40	0.39	0.28	0.19				
11	0.40	1.53	1.10	0.75	0.52	0.44	0.43	0.32	0.23	0.04			
13	0.38	1.60	1.12	0.77	0.54	0.46	0.45	0.34	0.25	0.06	0.02		
6	0.26	1.72	1.24	0.89	0.65	0.58	0.57	0.46	0.37	0.18	0.14	0.12	
5	0.08	1.90	1.42	1.07	0.84	0.76	0.75	0.64	0.55	0.36	0.32	0.30	0.18

由第 28 表測驗結果觀之，12～17 等各樹齡相互間之差異均不顯著，即示其生長相彷彿且爲生長最優時期；5～11 等各樹齡相互間之差異亦不顯著，但與前列各年均爲顯著或極顯著之差異，即示 5～11 年各年生長大致相同，但爲全樹齡中之生長較劣時期；由此可知在幼時之材積連年生長較壯年爲劣。

(c) B_D 型土壤各樹齡間材積連年生長比較如第 29 表：

由第 29 表測驗結果可知 B_D 型土壤上之生長量各樹齡間之差異均示極顯著或顯著，以 14，16，17 三樹齡之生長最大，8～10，12，15 各年將次之，幼年之生長最劣，7，11，13 等樹齡之生長即前之。

(d) B_D (d) 型土壤上各樹齡間之材積連年生長比較如第 50 表。

第 30 表

B_D (d) 型土壤各樹齡材積連年生長比較表

樹齡	生長量 (M^3)	差						異					
17	1.88												
13	1.40	0.48											
15	1.31	0.57	0.09										
12	1.27	0.61	0.13	0.04									
16	1.22	0.66	0.18	0.09	0.05								
10	1.05	0.83	0.35	0.26	0.22	0.17							
11	1.05	0.83	0.35	0.26	0.22	0.17	0.00						
14	1.03	0.85	0.37	0.28	0.24	0.19	0.02	0.02					
9	0.78	1.10	0.62	0.53	0.49	0.44	0.27	0.27	0.25				
8	0.55	1.33	0.85	0.76	0.72	0.67	0.50	0.50	0.48	0.23			
7	0.48	1.40	0.92	0.83	0.79	0.74	0.57	0.57	0.55	0.30	0.07		
6	0.07	1.81	1.33	1.24	1.20	1.15	0.98	0.98	0.96	0.71	0.48	0.41	
5	0.03	1.85	1.37	1.28	1.24	1.19	1.02	1.02	1.00	0.75	0.52	0.45	0.04

由第 30表上測驗結果，B_D (d) 型土壤上杉木之生長量，在各樹齡相互間之差異大體均示極顯著或顯著，17 年生之生長量特優，10～16 等各樹齡之生長量次之，幼時 (5～9) 之生長較前列各年次爲小，示幼時之生長爲最劣時期。

(e) B_E 型土壤各樹齡材積連年生長量比較如第 31 表。

第 31 表

B_E 型土壤各樹齡材積連年生長比較長表

樹齡	生長量 (m^3)												
17	2 23												
14	1 48	0.75											
16	1 46	0.77	0.02										
15	1.27	0.96	0.21	0.19									
12	1.12	1.11	0.36	0.34	0.15								
13	1.03	1.15	0.40	0.38	0.19	0.04							
11	0.94	1.2[illegible]	0.54	0.52	0.33	0.18	0.14						
8	0.91	1.32	0.57	0.55	0.36	0.21	0.17	0.03					
10	0.88	1.35	0.60	0.58	0.39	0.24	0.20	0.06	0.03				
7	0.86	1.37	0.62	0.60	0.41	0.26	0.22	0.03	0.05	0.02			
9	0.85	1.38	0.63	0.61	0.42	0.27	0.23	0.09	0.06	0.03	0.01		
6	0.64	1.59	0.84	0.82	0.63	0.48	0.44	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	
5	0.37	1.86	1.11	1.09	0.90	0.75	0.71	0.57	0.54	0.51	0.49	0.48	0.27

由第 31 表測驗結果觀之，8～11 等各樹齡相互間之差異不顯著外，餘均示極顯著，即示 8～11年生間之生長大致相同，餘各年確各有不同，由此可知在幼時之生長最劣，壯年時之生長爲最優時期。

(2) 各樹齡之各土壤型間材積連年生長。

各樹齡之各土壤型間材積連年生長比較表　　單位：m^3　第 32 表

樹齡	B_B (1)	B_C (2)	B_D (3)	B_{Dd} (4)	B_E (5)	差異 (1)－(2)	(1)－(3)	(1)－(4)	(1)－(5)	(2)－(3)	(2)－(4)	(2)－(5)	(3)－(4)	(3)－(5)	(4)－(5)
5	0.01	0.04	0.03	0.03	0.37	−0.03	−0.07	−0.02	−0.36**	−0.04	+0.01	−0.36**	−0.05	−0.2[illegible]**	−0.34**
6	0.01	0.06	0.26	0.07	0.64	−0.05	−0.25**	−0.03	−0.63**	−0.20**	−0.01	−0.63**	−0.19**	−0.48**	−0.57**
7	0.01	0.10	0.44	0.48	0.86	−0.09	−0.43**	−0.47**	−0.85**	−0.34**	−0.38**	−0.85**	−0.04	−0.42**	−0.38**
8	0.06	0.13	0.72	0.55	0.91	−0.07	−0.66**	−0.49**	−0.85**	−0.5[illegible]**	−0.42**	−0.85**	+0.17*	−0.19**	−0.36**
9	0.04	0.13	0.92	0.78	0.85	−0.09	−0.88**	−0.74**	−0.81**	−0.79**	−0.65**	−0.87**	+0.14*	−0.72**	−0.07
10	0.03	0.12	0283	1.05	0.88	−0.09	−0.80**	−1.02**	−0.85**	−0.71**	−0.93**	−0.85**	−0.22**	−0.76**	−0.23**
11	0.03	0.20	0.40	1.05	0.94	−0.17	−0.37**	−1.02**	−0.91**	−0.20**	−0.85**	−0.91**	−0.65**	−0.54**	−0.09
12	0.04	0.55	0.84	1.27	1.12	−0.31**	−0.80**	−1.23**	−1.03**	−0.49**	−0.92**	−1.08**	−0.43**	−0.28**	+0.15
13	0.04	0.32	0.38	1.40	1.08	−0.28**	−0.34**	−1.36**	−1.04**	−0.06	−1.03**	−1.04**	−1.02**	−0.70**	+0.32**
14	0.06	0.33	1.15	1.03	1.48	−0.27**	−1.09**	−0.97**	−1.42**	−0.82**	−0.70**	−1.42**	+0.12	−0.33**	−0.45**
15	0.02	0.37	0.63	1.31	1.27	−0.35**	−0.61**	−1.29**	−1.25**	−0.26**	−0.94**	−1.25**	−0.63**	−0.90**	+0.04
16	0.06	0.32	1.98	1.22	1.46	−0.26**	−1.92**	−1.16**	−1.40**	−1.66**	−0.90**	−1.40**	−0.76**	−1.14**	−0.24**
17	0.10	0.33	1.50	1.88	2.23	−0.23**	−1.40**	−1.78**	−2.13**	−1.16**	−1.55**	−2.13**	−0.38**	−1.90**	−0.45**

由第 32 表測驗結果觀之，B_E 型各樹齡材積連年生長，除與B_D (d) 型之 9，11，15等樹齡相互間之差異示不顯著外，餘各樹齡間大體均示負號極顯著，即示其生長爲最優，反之，B_B 型與 B_C 型在 12 年生以後，B_D 型自6年生，B_D (d) 型自7年生之各樹齡間差異均示負號極顯著，示其 B_B 型之生長在全樹齡中均爲最小，B_D 型與 B_D (d) 型之各樹齡間，除 5，7，14 等三樹齡之相互間差異不顯著外餘示負號顯著或極顯著；由此可知 B_E 型之各樹齡間生長確較他土壤型各樹齡間之生長爲優，B_D (d)，B_D 兩型順次之，B_B 及 B_C兩型最劣極爲顯明。

四、摘要及結論

I. 各因子總生長，生育在B_E型土壤上杉木之生長，始終凌駕他種土壤上杉木之生長，爲示生長最優，反之，B_B 型上杉木之生長始終落後其總生長最劣，B_C 型前之，又 B_D 型 B_D (d) 型兩土壤上之杉木各因子之總生長量相差不大示相彷彿，在幼時之B_D型土壤上之生長較好 B_D (d) 型，但在 10 年以後則反之，而 B_D (d) 型土壤上之生長逐漸增大，但其差異尙小大體示其各因子總生長量相近似。(第2 表)

II. 各因子之平均生長，B_E 型土壤上杉木之平均生長，在至調查年次止既往生長過程中始終凌駕他種土壤型之各種平均生長，示其生長量確較他種土壤型上之生長量爲大，B_D 型土壤上之生長，雖稍大爲 B_D (d) 型者，但其差異極小示兩者之生長相近似，B_B 型之各平均生長量均示爲最劣，B_C 型即前之。(第3 表)

III. 各因子之連年生長，按變分方析法比較其結果：

(1) 五種不同土壤型杉木之樹高連年生長確各有不同，而B_E 型上之生長最優，反之，B_B 型之生長最劣，B_D 型與 B_D (d) 型相彷彿；在各樹齡間以 4，7，9，11，16 等各樹齡之生長爲最優，其餘生長量較前列各年爲小，但相互間之差異僅小；亦在各種土壤型上各樹齡間之生長差異，B_B 型土壤上之各年生長相類似，B_C 型在幼年時較好，而與 15~17 年生間之差異較大外，餘各年之生長相類似，B_D型在 4，9，16，17 等各年次之生長爲最大，與餘各年生之生長差異極顯著或顯著；B_D (d) 型以 7 年生之生長量爲最大，餘均確相彷彿，B_E 型在 4~7，10~16 等各年次之生長凌駕他各樹齡，示其生長最優時期；再查每樹齡各土壤型上之樹高連年生長而言，B_D 型與 B_D (d) 型及 B_E 型之各土壤型上各樹齡間之生長，B_D 型各樹齡之生長較大於 B_D (d) 型，反之，稍小爲B_E型各樹齡之生長，然而 B_B 型之各樹齡間之生長均爲最劣，B_C型前之極爲顯明。(第 4—12 表)

(2) 五種不同土壤型上杉木之胸高直徑連年生長差異，在 B_D (d)，B_D，B_E三種土壤型間之生長相類似，且較優爲 B_C 及 B_B 兩土壤型上之生長。(第 13—15 表)

(3) 五種不同土壤型上之杉木胸高斷面積連年生長確各有不同，以 BE 型上之生長爲最優，B_D (d) 型與 B_D 型之生長相類似，B_B 型爲最劣，B_C 型將前之；各樹齡間之生長或各種土壤各樹齡間之生長，均在幼時之生長較劣，反之，在壯年時之生長爲優；每樹齡之各土壤型間之生長，B_B 型始終落後，B_C 型在幼年階之生長確較小爲他種土壤型上之生長，B_D 與 B_D (d) 兩型之各樹齡間在 13~17 等樹齡示有差異外餘各大致相類似，與 B_E型之 15，16 兩樹齡示顯著或極顯著外餘亦示相彷彿。(第 16—23 表)

(4) 材積連年生長，在各種土壤型上之生長，確示各有不同，以 B_E 型爲最優，B_D (d)

型次之，B_D 型順次之，B_B 型為最劣，B_C 型將前之；在各樹齡間之生長，可知在幼時之生長確較在 14～17 年生間之生長為劣，即在 14～17 年生之生長為佳；各樹齡間之生長，除 B_B 型上之生長示不顯著差異外，餘均在幼時之生長最劣，以後逐漸增大，於壯年時之生長為較優時期；各樹齡之各土壤型間之生長，以 B_E 型在各樹齡間之生長均較他土壤型各樹齡間之生長為優，B_B 型與 B_C 型為最劣，殆由測驗結果觀之極為顯明。（第 24—32 表）

總結論之，生育在不同土壤型上杉木之生長情形，無論是樹高，胸高直徑，胸高斷面積或材積等各因子之總生長量，平均生長以及連年生長量，按其土壤型別既往生長路經總觀察之，可知在乾燥性褐色森林土 B_B型土壤上之杉木，因土壤極為乾燥且軟鬆，透水性不佳，缺乏土壤水分，各種生長量均示最劣，故本土壤型上不適宜栽植杉木等樹種，似宜栽植具有耐乾深根性之樹種為宜；在弱乾性褐色森林土 B_C 型土壤上之杉木，因土性多屬於粘土質，堅密度尚堅固，且透水不易，除了耐乾且深根性樹種適宜栽植，如杉木之各種生長確較尚劣，不宜栽植之，如松類或相思樹之栽植為適宜；適潤性褐色森林土 B_D 型土壤與 B_D (d) 型土壤上杉木之各種生長，經測驗比較結果，大體尚屬相類似，且確較前列兩土壤型之生長均為優，其土壤堅密度稍軟，林木樹根普遍侵入 B_2 層，且具有良好之理學的性質，故兩土壤型均似宜栽植杉木或松類等經濟價值較高之有用樹種；弱濕性褐色森林土 B_E 型土壤，大體分佈在平坦之運積地，A 層含有腐植質頗多，土壤水濕尚屬濕地，堅密度較軟，生育在本土壤型上之杉木，無論是樹高，胸高直徑，胸高斷面積或材積等各種因子之各種生長量均較他種土壤型上之生長量為優極為顯明，故適宜栽植杉木，但因土層內之石礫小，致使土壤孔隙較少，且傾斜度亦小，為影響其理學的性質較前 B_D 或 B_D (d) 兩型並不太理想。

五、參考文獻

1. R.A. FISHER. The Design of Experiments.
2. BRUCE & SCHUMACHER; Forest Mensuration.
3. 鏑木德二： 森林の生理。
4. 鏑木德二： 森林立地學。
5. 日本林業試驗場： 國有林野土壤調查方法書。
6. 李達才等六名共著： 能高林場森林土壤調查報告書 1 號。
7. 芝本武雄： 森林土壤學。
8. 木梨謙吉： 推計學を基とした測樹學。
9. 范福仁： 田間試驗之設計與分析。
10. 林子玉： 能高林場杉木柳杉及日本扁柏之生長比較研究。
11. 河田杰山內倭文夫： 生態學を根抵とせる造林の基礎
12. 河田杰： 森林生態學。

English Summary

Chinese-fir (Cunninghamia lanceolata Hook.) (Abbr. c. l.) ,introduced from foreign country into this island, is the most successful and popular silvicultural species and play a very impodant position among mary kinds of lumber which are produced in Taiwan. The growing conditions, on the different type of soils of the Forest Experimental Station at Neng-Kao of the Taiwan provincial college of Agriculture have not yet been made. For the above purpose, the writter, collected ten midium-sized standing trees from the different soilsas as sample for observing their growing conditions.

All the sample trees were trealed by means of the sectional measurement of Huber's formula tor stem-analysis the total and mean values of their grouth on each given soil were reconded by ordinary experimental methods. And the current annual increments of their growth on each sail were studied by means of "Analysis of complex experiments."

Soil conditions at Neng-Kao for the artificial c. l. forest have reported on the " Forest soil survey at Neng-Kao of T. P. C. A. Report I " so the writher neglect them on this report.

Judging from the comparison results of the increments, it may be concluded that the growth of c. l. artificial forest on the area of B_B-soil is less than those on any other type of soil, while the increments of height, Diameter breast-height (Affr D. B. H) ,basal area and volume on B_E-soil area is biggest than those on any other soil. The Increments of growin value on the B_D-soil are similar to those on the B_D (d) -soil, but a lttle less than on the B_E-soil. The growth value on the B_C-soil is not so well, but better compared with that on the B_B-soil,

Regarding the growing suitability of c. l. on each type of soil based on the height. D. B. H. basal area and volume of increments, we find th -at the growth of c. l. on tne B_E. B_D and B (d) soils is better than that of on any other type of soil.



B_B 型土壤層斷面



B_B 型土壤層斷面附近林相



B_C 型土壤層斷面



B_C 型土壤層斷面附近林相



B_D 型土壤層斷面



B_D 型土壤層斷面附近林相



B_D (d) 型土壤層斷面



B_D (d) 型土壤層斷面附近林相



B_E 型土壤層斷面



B_E 型土壤層斷面附近林相

臺灣松柏部植物葉之解剖

The Anatomy of Coniferous Leaves in Taiwan

謝　萬　權

Wang-chueng Shieh

一、緒　言

分類植物之重要準據在於花之形態性質，是為衆所公認。但近一百年來此準據更為擴大，而及於植物體各部分之解剖學性質、細胞學性質與生理學性質等各項。換言之，要樹立自然分類時，在植物體上無論如何細小之性質，分類學者均不能忽視之。

在植物學分類上固然花之形態最為重要，但花不能一年四季俱有，而祇限於一短時期有之。當無花可得之時，分類學者最方便取得者是葉。葉無疑亦具備有分類價值之特徵，如葉脈、形狀等是。但其內部形態之特徵如樹脂管之有無、數目及位置，維管束、葉肉、表皮與下皮之性質等等對於分類上之價值，亦甚重要，尤其是在針葉樹類，素為分類學者所重視。

筆者欲明臺灣松柏部植物葉之內部形態特徵，仍自從民國四十五年開始採集及搜集標本材料，而從事於葉之解剖工作。現已告段落，爰將所得結果錄陳如次，以供讀者參考。惟自愧學識淺薄，誤謬難免，倘望海內賢達不吝指敎為幸。

本研究承蒙林渭訪、劉業經二位敎授之指導，謹此致謝。

二、材料與方法

1. 材料：所用材料為完全生長之二年生葉（但 Larix、Metasequoia 及 Taxodium之落葉性樹種即用一年生葉）。樹種包括有臺灣自生種 25 種 2 變種（其中臺灣特產者 10 種 1 變種），引進種 25 種 3 變種，共計 50 種 5 變種。此等樹種之學名、中名、科名、採集地、採集日期及採集者列表如下：

材料一覽表

學　名	中　名	科　名	採集地	採集日期	採集者	備　考
1. Taxus chinensis Rehder	紅豆杉	紫杉科	太平山 大雪山林區	46年 4月 46年10月	筆者 筆者	生標本 生標本
2. Amentotaxus argotaenia (Hance) Pilger	穗花杉	粗榧科				臺省林試所腊葉標本
3. Cephalotaxus Wilsonina Hay.	臺灣粗榧	粗榧科	溪頭 太平山 阿里山	46年 2月 46年 4月 46年12月	筆者 筆者 陳清安	生標本 生標本 生標本
4. Podocarpus costalis Presl.	蘭嶼羅漢松	羅漢松科	農學院	46年 5月	筆者	生標本
5. Podocarpus macrophylla D. Don	大葉羅漢松	羅漢松科	農學院	46年 5月	筆者	臺省林試所腊葉標本 生標本
6. Podocarpus Nakaii Hay.	百日靑	羅漢松科	溪頭 大雪山林區 蓮花池	46年 2月 46年10月 47年 7月	筆者 筆者 魏耀聰	生標本 生標本 生標本
7. Podocarpus philippinensis Foxw.	菲律賓羅漢松	羅漢松科				臺省林試所腊葉標本
8. Podocarpus formosensis Dümmer	恒春竹柏	羅漢松科	恒春半島	47年 7月	筆者	臺省林試所腊葉標本 生標本

9. Podocarpus Nagi Zoll. et Moritz.	竹柏	羅漢松科	農學院	46年 5月	筆者	臺省林試所腊葉標本 生標本
10. Podocarpus nankoensis Hay.	南港竹柏	羅漢松科	臺北植物園	46年12月	筆者	生標本
11. Agathis alba (Lam.) Foxw.	菲律賓貝殼杉	南洋杉科	臺北植物園 恆春龜子角	47年 3月 47年 7月	蔡天賜 筆者	生標本 生標本
12. Araucaria Bidwillii Hook.	廣葉南洋杉	南洋杉科	臺北植物園	47年 3月	蔡天賜	生標本
13. Araucaria Cunninghamii Sweet.	肯氏南洋杉	南洋杉科	臺北植物園	47年 3月	蔡天賜	生標本
14. Araucaria excelsa R. Br.	小葉南洋杉	南洋杉科	臺北植物園	47年 3月	蔡天賜	生標本
15. Abies firma Sieb. et Zucc.	針樅	松科	溪頭	46年 2月	筆者	生標本
16. Abies Kawakamii (Hay.) Ito	臺灣冷杉	松科	大雪山林區 阿里山	46年10月 46年12月	筆者 陳清安	生標本 生標本
17. Cedrus Deodara Loud.	喜馬拉亞雪松	松科	溪頭	46年 2月	筆者	生標本
18. Keteleeria Davidiana Beissn.	德氏油杉	松科	臺北植物園	46年12月	筆者	生標本
19. Larix leptolepis Murray.	日本落葉松	松科	阿里山	47年 5月	蔡天賜	生標本
20. Picea morrisonicola Hay.	臺灣雲杉	松科	阿里山	46年12月	陳清安	生標本
21. Pseudotsuga Wilsoniana Hay.	威氏帝杉	松科	橫貫公路 八仙山	45年 8月 47年 4月	筆者 劉業經	農學院腊葉標本 生標本
22. Tsuga chinensis Pritzel	鐵杉	松科	太平山 大雪山林區	46年 4月 46年10月	筆者 筆者	生標本 生標本
23. Pinus Armandi Franch.	華山松	松科	阿里山 八仙山	47年 2月 47年 4月	賀主柏 劉業經	生標本 生標本
24. Pinus densiflora Sieb. et Zucc.	日本赤松	松科	農學院	47年 5月	筆者	生標本
25. Pinus elliotii Engelm	溼地松	松科	八仙山 嘉義中埔 農學院	47年 4月 47年 5月 47年 5月	劉業經 蔡天賜 筆者	生標本 生標本 生標本
26. Pinus luchuensis Mayr.	琉球松	松科	關刀溪 農學院 臺北植物園 恆春龜子角 恆春港口 竹頭角	46年 9月 47年 5月 47年 6月 47年 7月 47年 7月 47年 8月	筆者 筆者 廖日京 筆者 筆者 筆者	生標本 生標本 生標本 生標本 生標本 生標本
27. Pinus Massoniana Lamb.	馬尾松	松科	桃園龍潭 關刀溪	47年 2月 47年 9月	筆者 筆者	生標本 生標本
28. Pinus morrisonicola Hay.	臺灣五葉松	松科	關刀溪 阿里山	46年 9月 46年12月	筆者 陳清安	生標本 生標本
29. Pinus palustris Mill.	大王松	松科	臺北植物園 臺中公園	47年 6月 47年 9月	廖日京 筆者	生標本 生標本
30. Pinus taeda L .	火炬松	松科	農學院 嘉義中埔 臺北植物園	47年 5月 47年 5月 47年 6月	筆者 蔡天賜 廖日京	生標本 生標本 生標本
31. Pinus taiwanensis Hay.	臺灣二葉松	松科	太平山 關刀溪 大雪山林區 阿里山 八仙山	46年 4月 46年 9月 46年10月 46年12月 47年 4月	筆者 筆者 筆者 陳清安 劉業經	生標本 生標本 生標本 生標本 生標本
32. Pinus Thunbergii Parl.	日本黑松	松科	農學院 阿里山 中壢農校	46年 5月 47年 5月 47年10月	筆者 蔡天賜 筆者	生標本 生標本 生標本

33. Cryptomeria japonica D. Don	柳　杉	杉　科	關刀溪	47年 2月	筆　者	生標本
34. Cunninghamia Konishii Hay.	巒大杉	杉　科	太平山	46年 4月	筆　者	生標本
35. Cunninghamia lanceolata Hook.	杉　木	杉　科	關刀溪 竹　東 梅子林	46年 9月 47年 1月 47年 5月	筆　者 筆　者 筆　者	生標本 生標本 生標本
36. Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng	水　杉	杉　科	農學院	46年 7月	筆　者	生標本
37. Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc.	日本金松	杉　科	阿里山	47年 5月	蔡天賜	生標本
38. Sequoia sempervirens Endl.	加里福尼亞紅杉	杉　科	溪　頭	46年 2月	筆　者	生標本
39. Taiwania cryptomerioides Hay.	臺灣杉	杉　科	溪　頭 太平山 阿里山	46年 2月 46年 4月 47年 2月	筆　者 筆　者 賀主尙	生標本 生標本 生標本
40. Taxodium distichum Rich.	美國水松	杉　科	溪　頭	47年 9月		生標本
41. Callitris rhomboidea R. Br.	菱苞澳洲柏	柏木科	蓮花池	44年 2月	筆　者	生標本
42. Chamaecyparis formosensis Matsum.	紅　檜	柏木科	太平山 大雪山林區	46年 4月 46年10月	筆　者 筆　者	生標本 生標本
43. Chamaecyparis obtusa Sieb. et Zucc.	日本扁柏	柏木科	關刀溪	46年 9月	筆　者	生標本
44. Chamaecyparis taiwanensis Masamune et Suzuki	臺灣扁柏	柏木科	太平山 大雪山林區 關刀溪	46年 4月 46年10月 47年 2月	筆　者 筆　者 筆　者	生標本 生標本 生標本
45. Juniperus chinensis L.	檜　柏	柏木科				農學院腊葉標本
46. Juniperus chinensis L. var. Kaizuka Hort.	龍　柏	柏木科	農學院	46年 7月	筆　者	生標本
47. Juniperus chinensis L. var. pyramidalis (Carr.) Hort.	塔　柏	柏木科	農學院	46年 7月	筆　者	生標本
48. Juniperus chinensis L. var. Sargenti Henry.	偃　柏	柏木科	嘉義農校	47年10月	廖東周	生標本
49. Juniperus chinensis L. var. tsukusiensis Masamune	清水山檜	柏木科	花蓮嵐山	48年 2月	筆　者	臺省林試所腊標本 生標本
50. Juniperus formosana Hay.	刺　柏	柏木科	溪　頭 小雪山 阿里山	46年 2月 46年10月 46年12月	筆　者 筆　者 陳清安	生標本 生標本 生標本
51. Juniperus formosana Hay. var. Concolor Hay.	綠背刺柏	柏木科				臺省林試所腊葉標本
52. Juniperus squamata Lamb.	山　柏	柏木科	阿里山	46年12月	陳清安	生標本
53. Juniperus virginiana L.	鉛筆柏	柏木科				臺省林試所腊葉標本
54. Libocedrus formosana Florin	臺灣肖楠	柏木科	溪　頭 桃園龍潭	46年 2月 47年 2月	筆　者 筆　者	生標本 生標本
55. Thuja orientalis L.	側　柏	柏木科	農學院	46年 7月	筆　者	生標本

2. 方法：將所採之生葉切成長約 5mm 之小片，然後把這些小片放在 F. A. A. 固定液（50% Alcohol 90 ml., Glacial Acetic Acid 5 ml, Formalin 5 ml.）中固定，經過數天後卽可取出作切片之用。如果用乾燥標本時卽須先浸在溫水中俾使組織細胞恢復原狀。但用此等乾燥標本所作成之切片不如用生標本所作成者之淸礎而完整。切片是由徒手切片法（Free Hand section）而作成，此法簡便而在短時間內可作成多數之切片。切的部位以葉之中央部爲主。作成之切片是用番紅（Safranine）染色，而在50%甘油（Glycerine）水溶液中觀察。

三、觀 察 結 果

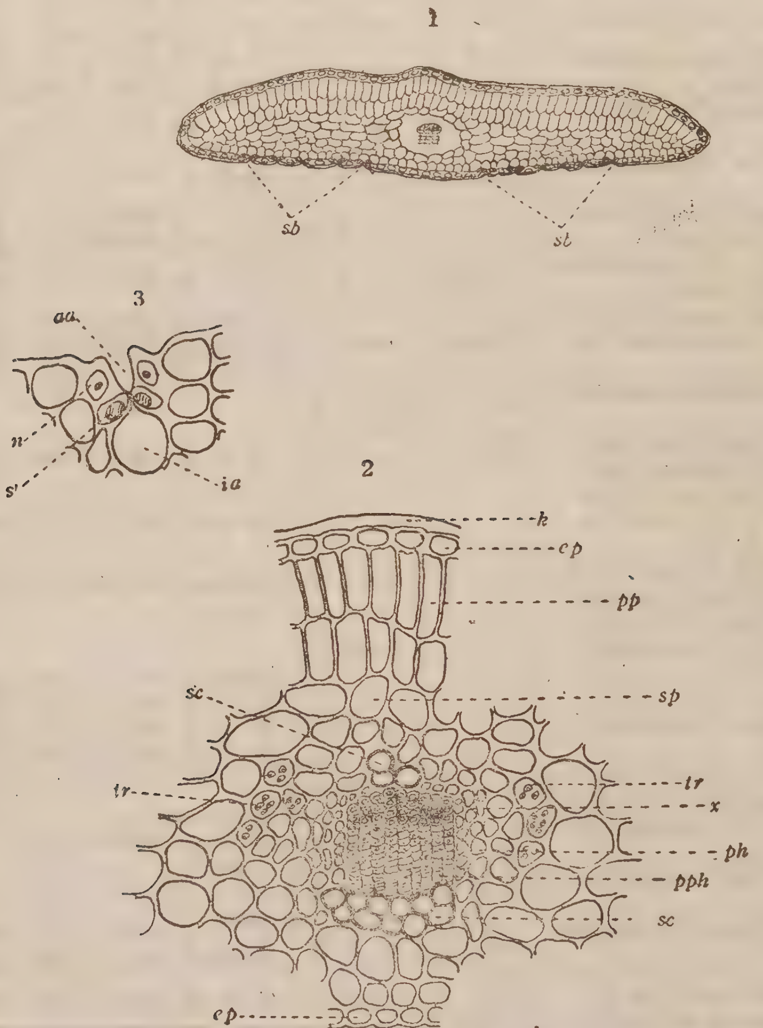
I 紫杉科 Taxaceae

1. 紅豆杉 Taxus chinensis Rehder（第一圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國大陸及菲律賓。

〔葉之横切面〕：成倒舟形，外皮甚厚，表皮由一層之細胞所成，該細胞之細胞膜薄而不木質化，本種無下皮。

〔氣孔〕：氣孔在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，因外呼吸孔周緣之表皮細胞成疣狀隆起，而致氣孔帶爲凹凸不平。外呼吸孔無白色蜡粉。



第 一 圖 紅豆杉 Taxus chinensis Rehder

1＝葉之横切面×15；2＝同上（中肋部分）×80；3＝氣孔之横切面×160；

aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，ia＝內呼吸孔，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，pph＝初生篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，s'＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉肉〕：葉肉可分爲柵狀組織及海綿狀組織，前者在葉之上面由一或二層之細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織接近下面。

〔內皮〕：無

〔維管束〕：維管束單一，略成四方形，而爲周緣層細胞所包圍，其上下方各有數個之厚膜細胞，木質部之兩側有四、五個假導管狀細胞，此即爲移入組織，木質部成新月形，篩管部即在下方。

〔脂管〕：無，此爲 Taxus 之重要特徵之一。

II　粗榧科　Cephalotaxaceae

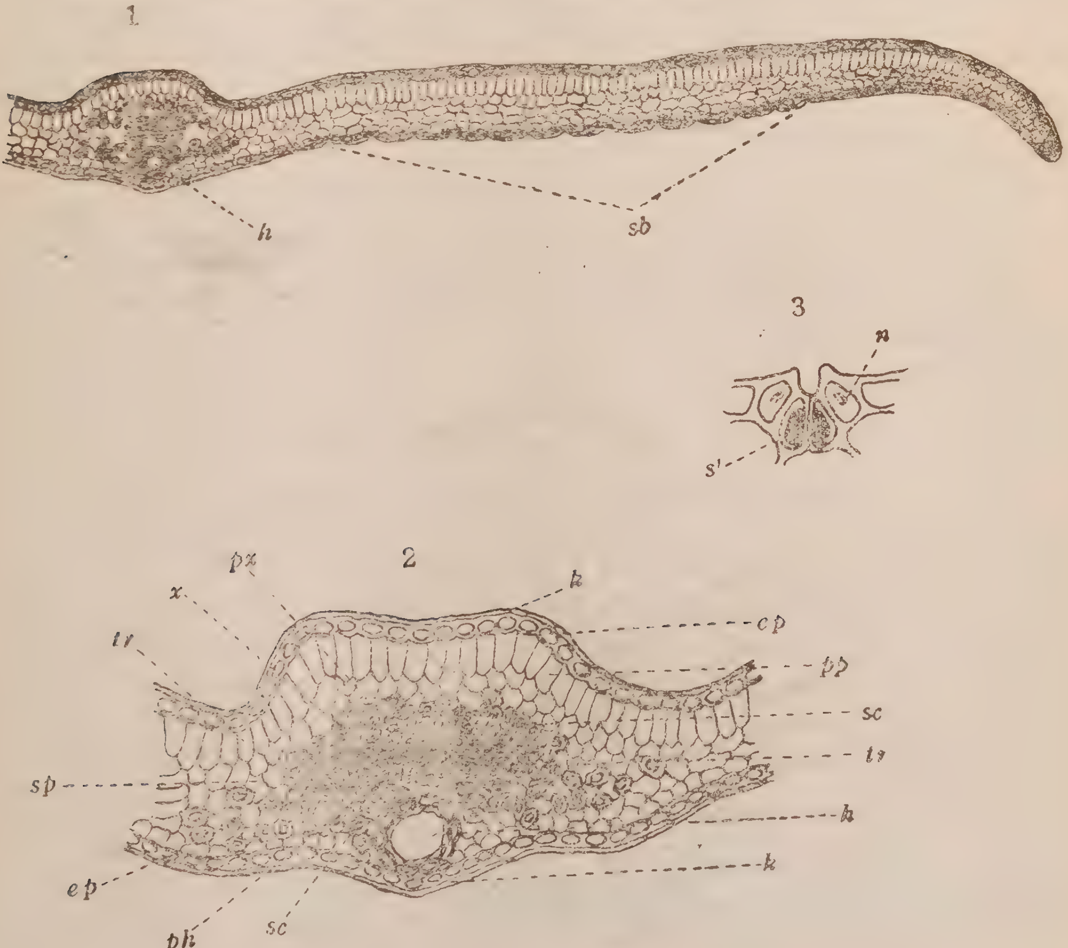
檢索表：

A.　維管束之上下方均有厚膜細胞群，葉肉內無異形細胞。……穗花杉 (2)

AA.　維管束上下方無厚膜細胞群，葉肉內有異形細胞。……臺灣粗榧 (3)

2.　穗花杉 Amentotaxus argotaenia (Hance) Pilger (第二圖)

本種爲臺灣之自生種，分佈中國湖北、四川、福建、廣西等省。



第　二　圖　穗花杉 Amentotaxus argotaenia (Hance) Pilger

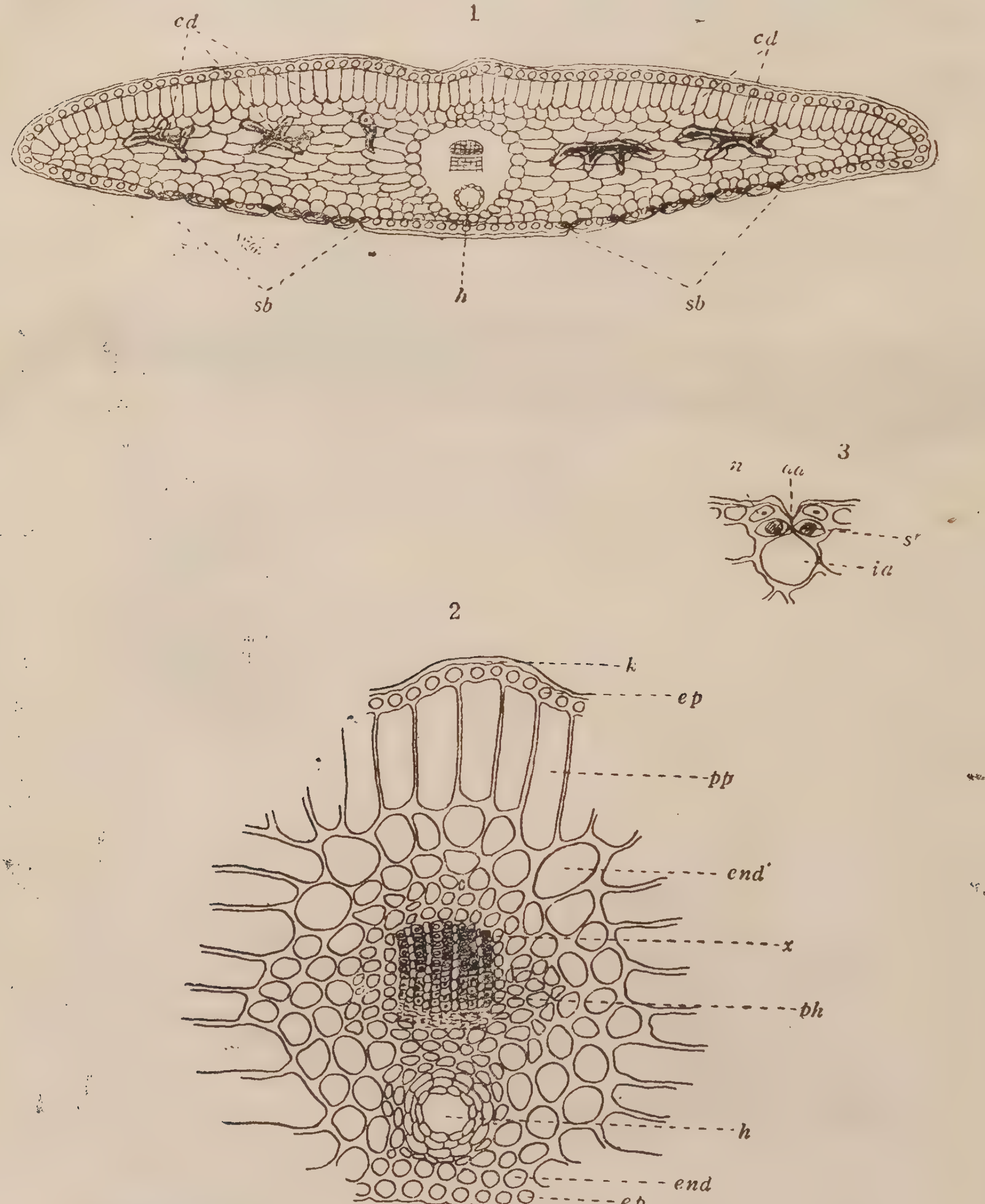
1＝葉之橫切面（右半部）×20；2＝同上（中肋部分）×50；3＝氣孔之橫切面×200；

ep＝表皮，h＝脂管，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，px＝初生木質部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，s'＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲細長之帶形，外皮發達而包被表皮，表皮由一層之長方形細胞所成，無下皮。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條寬氣孔帶，外呼吸孔有白色之蠟粉。

〔葉肉〕：有狀柵組織與海綿狀組織之區別，柵狀組織在葉之上面很發達，而由一層之柱狀細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織位於葉之內部。



第 三 圖 臺灣粗榧 Cephalotaxus Wilsoniana Hay.

1＝葉之橫切面×35；2＝同上（中肋部分）×125；3＝氣孔之橫切面×170；

aa＝外呼吸孔，ed＝厚膜異形細胞，ep＝表皮，end′＝準內皮細胞，h＝脂管，ia＝內呼吸孔，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，sb＝氣孔帶，s′＝閉塞細胞，x＝木質部。

〔內皮〕：無

〔維管束〕：單一，而成長橢圓形，維管束之上下方各有 20～40 個之厚膜細胞，此等細胞各在上下方排成二橫列，其細胞膜厚而成纖維狀，木質部成新月形，其左右兩側有虫狀突起之移入組織。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方。脂管之下端與表皮相接。

3. 臺灣粗榧 Cephalotaxus Wilsoniana Hay.（第三圖）

本種為臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：成紡錘形，外皮甚厚，表皮由一層之細胞所成，該細胞小而細胞膜厚，無下皮。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，氣孔之外呼吸孔有白色之蜡粉。

〔葉肉〕：可分為柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在葉之上面由一層之細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織位於葉之內部。接近維管束之葉肉細胞，即排成放射狀。葉肉內有不規則分岐之厚膜異形細胞散在。

〔內皮〕：由大小不同之細胞構成準內皮，此等準內皮細胞包圍維管束及其下方之脂管。其下端即與表皮相接。

〔維管束〕：成四方形，木質部在上方，成橫長方形，其中有二、三條由單列細胞所成之射出線所貫通。

〔脂管〕：一個，甚小，位於維管束篩管部之下方，保護鞘由二、三層之細胞所成。

Ⅲ 羅漢松科 Podocarpaceae

檢索表：

A. 維管束一個，位於葉之中肋內，葉肉有橫走組織而無厚膜纖維細胞。

B. 維管束之篩管部內無厚膜纖維細胞，維管束由 30 條以下之細胞列所成。……………………………………………………蘭嶼羅漢松 (4)

BB. 維管束之篩管部內有多個（數個至 2、30 個）厚膜纖維細胞，維管束由 40 條以上之細胞列所成。

C. 維管束成紡錘形，由 70 條以上之細胞列所成。…………………………菲律賓羅漢松 (7)

CC. 維管束成橢圓形或半圓形，維管束由 40～60 條之細胞列所成。

D. 維管束成橢圓形，葉邊略平。……………………………………………大葉羅漢松(5)

DD. 維管束成半圓形，葉邊略反捲。……………………………………………百日青 (6)

AA. 維管束多個，相距相當間隔並列在橫切面上，葉肉無橫走組織，而有厚膜纖維細胞。

B. 葉肉內之厚膜纖維細胞內腔無明顯之縱溝，葉緣不反捲。……………………南港竹柏 (10)

BB. 葉肉內之厚膜纖維細胞內腔有明顯之放射狀縱溝，葉緣反捲。

C. 葉肉厚，海綿狀組織細胞較大。……………………………………………恒春竹柏 (8)

CC. 葉肉較薄，海綿狀組織細胞較小。……………………………………………竹柏 (9)

4. 蘭嶼羅漢松 Podocarpus costalis Presl.（第四圖）

本種為蘭嶼島之自生種，分佈菲律賓。

〔葉之橫切面〕：為倒舟形，外皮甚厚而包被表皮，表皮細胞為橫長方形而排成一層。下皮細胞膜甚厚，內腔為點狀，成為纖維狀之厚膜細胞，此等細胞在中肋上下面與兩邊緣較密佈外其他為疎狀分佈。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條寬氣孔帶，氣孔之分佈甚密。

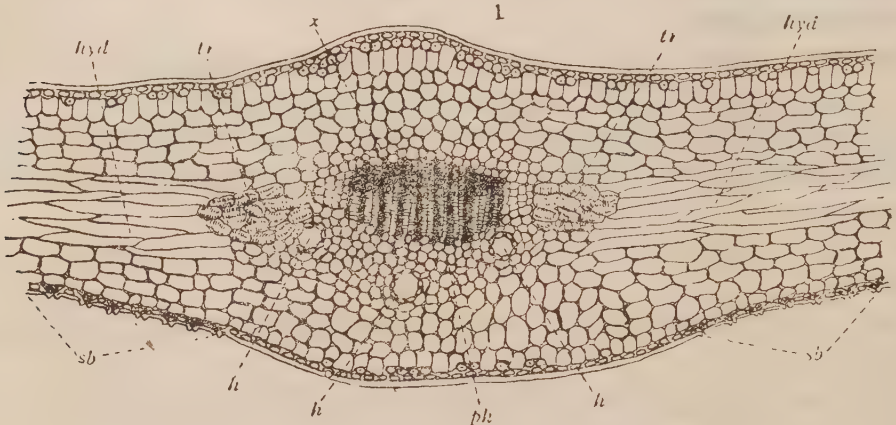
〔葉肉〕：可分為柵狀組織，海綿狀組織與橫走組織三種，柵狀組織在葉之上面由一或二層之細胞所成，下面不發達，海綿狀組織在內部而與柵狀組織相接，橫走組織即位於葉肉之中心部份，由細長而無葉綠素之細胞重疊而成。

〔內皮〕：無

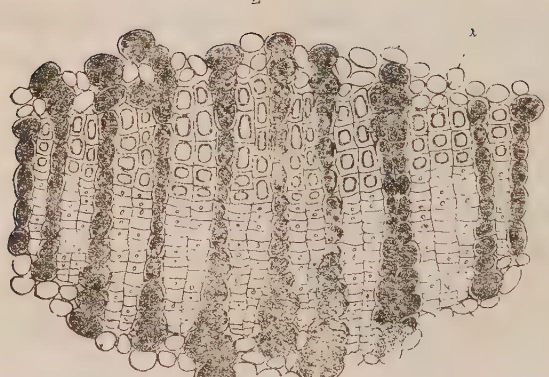
〔維管束〕：一個，略成橢圓形，細胞列約有 20 多條，射出線即有 10 多條貫通其內，維管束之左右兩側有移入組織。

〔脂管〕：三個，位於維管束之下方，保護鞘由一層之細胞所成。

1



2



第　四　圖　蘭嶼羅漢松 Podocarpus costalis Presl.

1＝葉之橫切面×40；2＝維管束之橫切面×160；h＝脂管，hyd＝ 橫走組織，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，tr＝移入組織，x＝木質部。

5. 大葉羅漢松 Podocarpus macrophylla D. Don (第五圖)

本種爲引進種；分佈中國、日本及琉球。

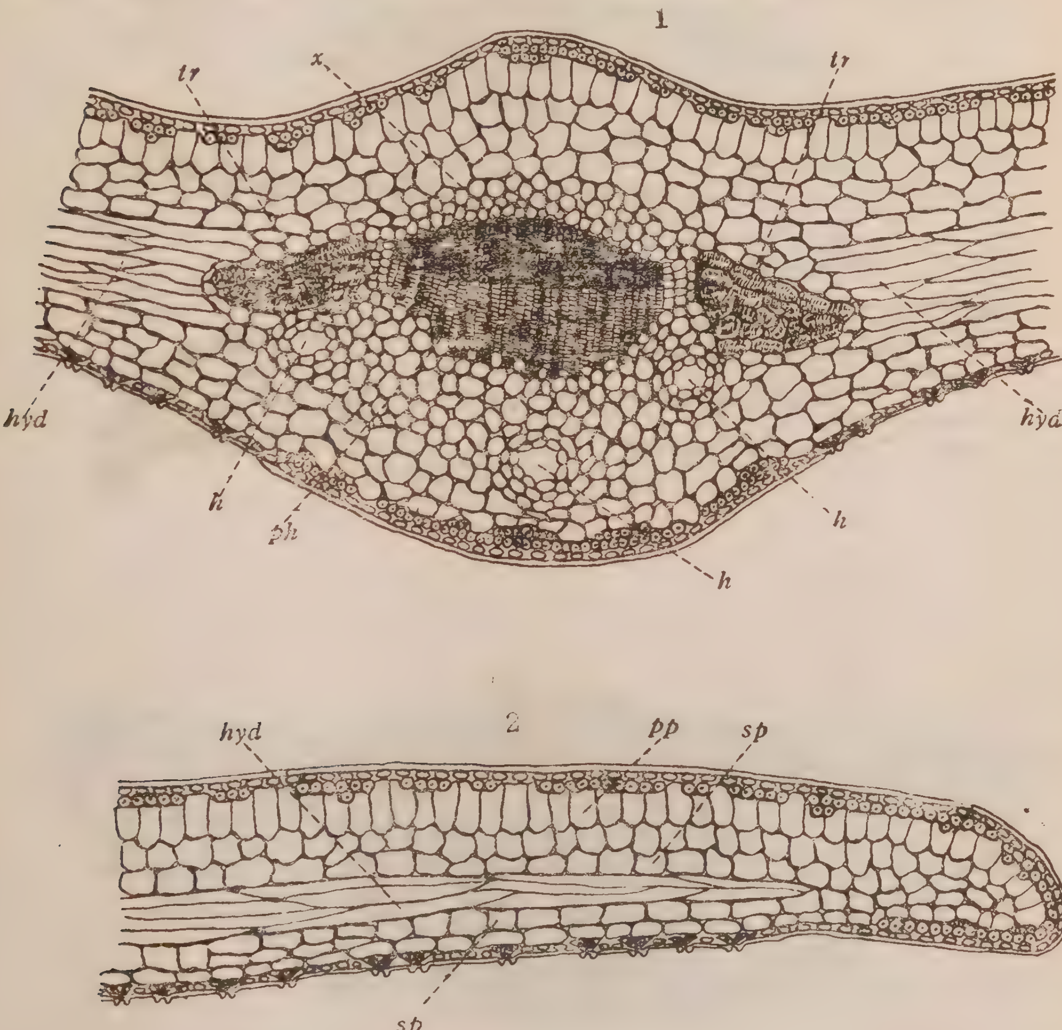
〔葉之橫切面〕：成舟形，外皮厚，表皮細胞排成一層，下皮常排爲二層，不連續而有中斷間隔，此等細胞膜甚爲肥厚而成爲纖維狀，其內腔受壓迫而僅爲點狀。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，氣孔分佈密。

〔葉肉〕：有柵狀組織，海綿狀組織與橫走組織三種，柵狀組織在上面發達而由一或二層之柱狀細胞所成，下面不發達，海綿狀組織在內部而與柵狀組織相連接，橫走組織即位於中心部，由細長而無葉綠素之細胞相重疊而成。

〔內皮〕：無。

〔維管束〕：成爲橢圓形，木質部爲紡綞形約有 40 條之細胞所成，射出線有 10 多條貫通其內，篩管部爲新月形，其中有 20 多個厚膜細胞散在，移入組織在維管束之左右兩側，成三角形。



第　五　圖　大葉羅漢松 Podocarpus macrophylla D. Don

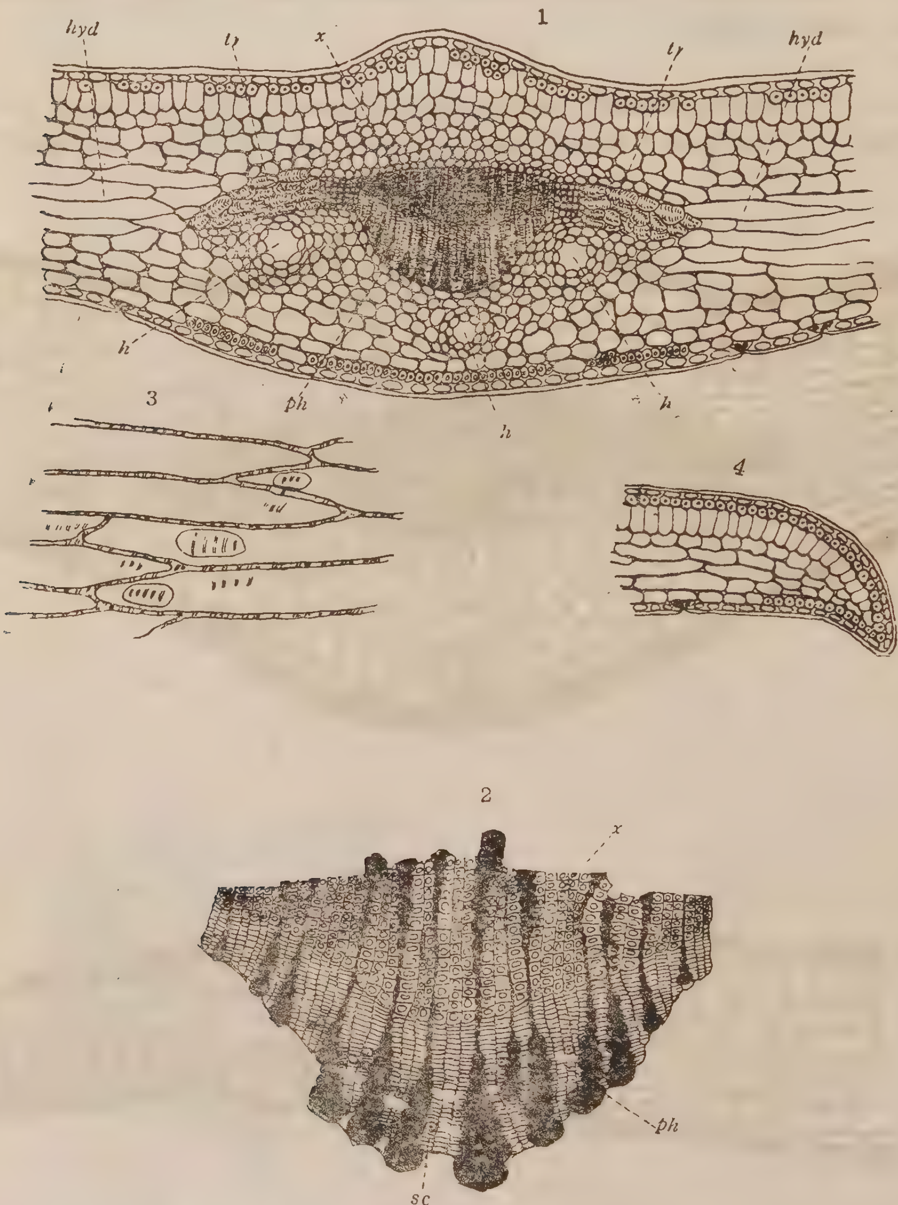
1＝葉之橫切面×50；2＝葉邊緣之橫切面×50；h＝脂管，hyd＝橫走組織，ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，sp＝海綿狀組織，tr＝移入組織，x＝ 木質部。

〔脂管〕：有 3 個，均位於維管束之下方，其中 2 個在左右兩側，另一個在中央部下方，保護鞘由一層之細胞所成。

6. 百日青 Podocarpus Nakaii Hay.（第六圖）

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之横切面〕：爲倒舟形，外皮厚，表皮細胞横長方形而排成一層，下皮細胞爲厚膜細胞，但有明顯之內腔，尤其是在葉之下面者更爲明顯而大，此等細胞爲不連續存在。



第 六 圖　百日青 Podocarpus Nakaii Hay.

1＝葉之横切面×40；　2＝維束管之横切面×115；　3＝横走組織之横切面×115；　4＝葉緣之横切面×40；　h＝脂管，hyd＝ 横走組織，ph＝篩管部，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，氣孔之分佈疎。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織，海綿狀組織與橫走組織，柵狀組織在上面發達而由一或二層之細胞所成，橫走組織位於葉肉之中心部，由細長而無葉綠素之細胞相重疊而成；海綿狀組織其上下方與柵狀組織及橫走組織相接。

〔內皮〕：無。

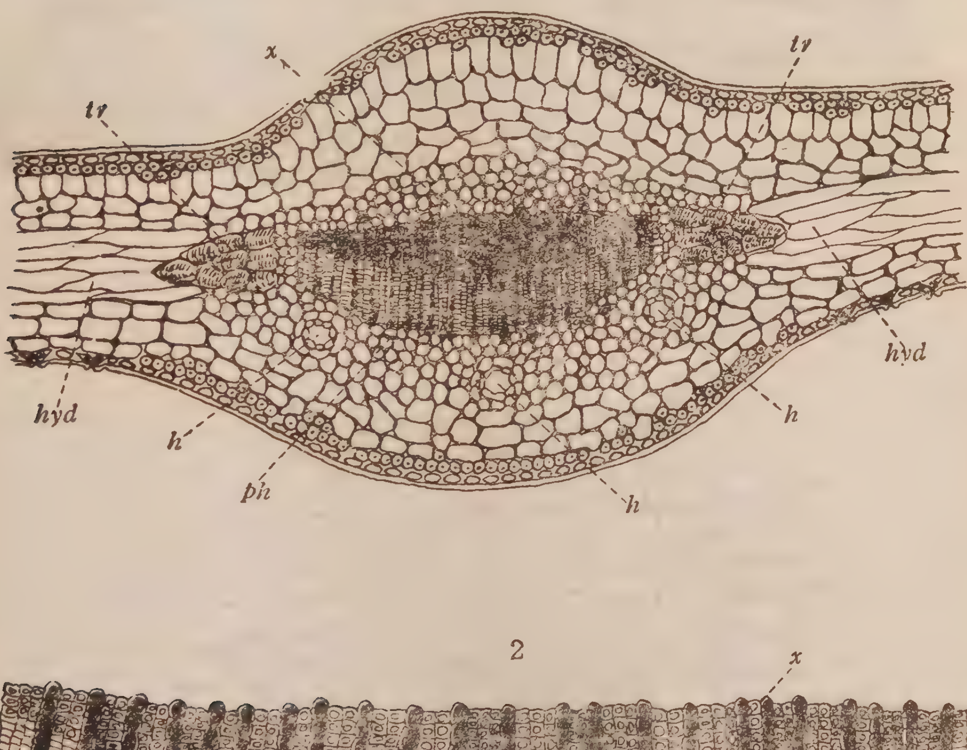
〔維管束〕：成爲半圓形，約由 60 條之細胞列所成，其中有 10多條射出線。木質部位於上部而成爲紡綞形，篩管部在下方爲新月形，其中有 10 多個之厚膜纖維狀細胞散在。維管束之左右方有排成帶狀之移入組織。

〔脂管〕：三個，其中一個位於維管束之下方，另二個各位於維管束左右下方。

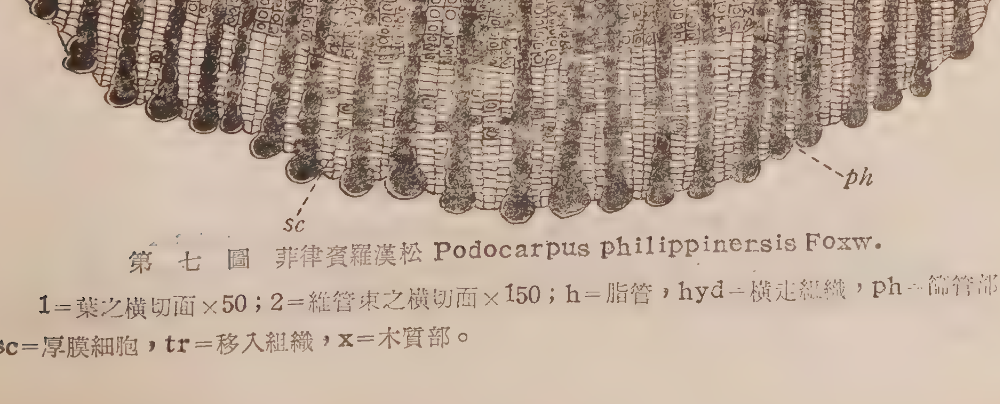
7. 菲律賓羅漢松 Podocarpus philippinensis Foxw.（第七圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈菲律賓。

1



2



第 七 圖　菲律賓羅漢松 Podocarpus philippinensis Foxw.

1＝葉之橫切面 ×50；2＝維管束之橫切面 ×150；h＝脂管，hyd＝橫走組織，ph＝篩管部，sc＝厚膜細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，外皮厚，表皮細胞排成一層，下皮細胞爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成兩條氣孔帶，氣孔之分佈密。

〔葉內〕：可分爲柵狀組織，海綿狀組織與橫走組織三種。

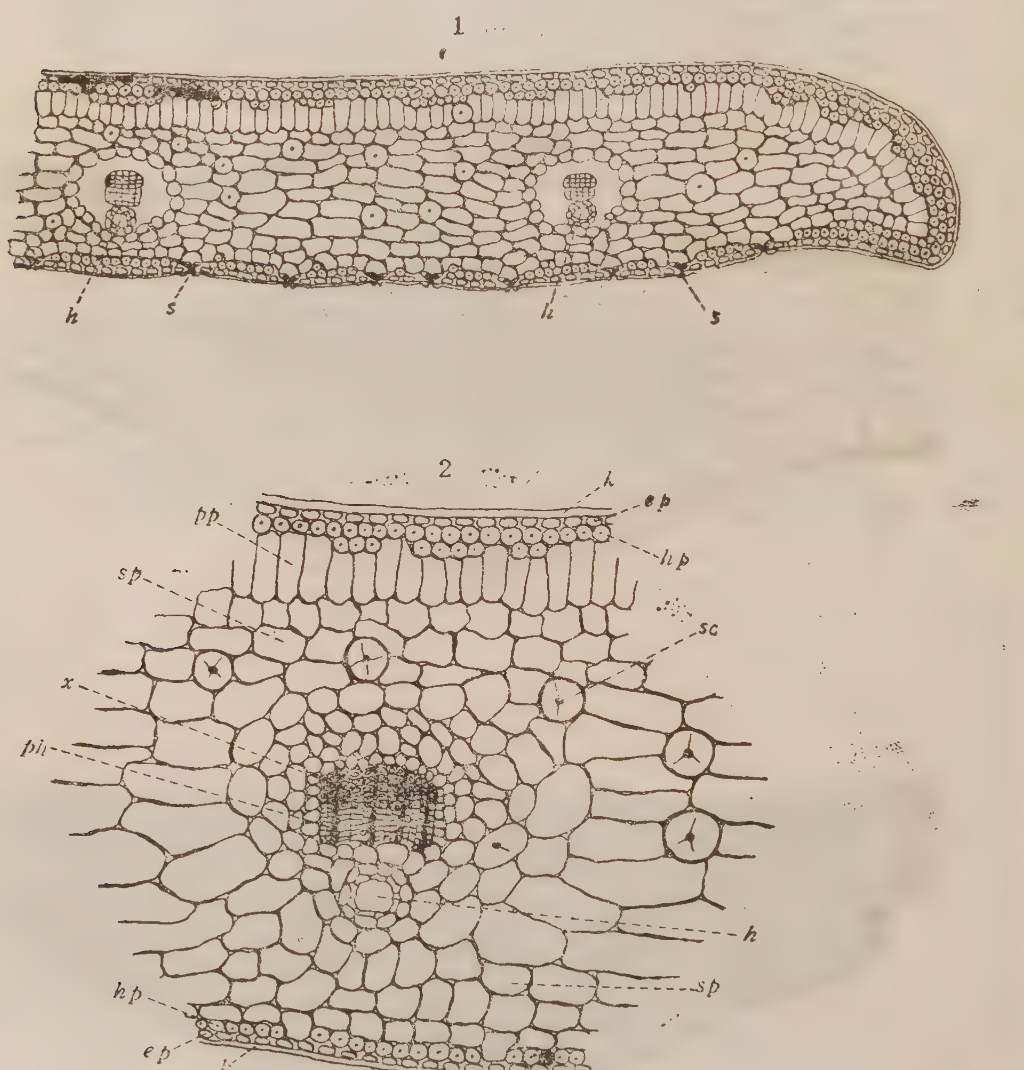
〔內皮〕：無。

〔維管束〕：一個，略成紡綞形，約由 70 條以上之細胞列所成，其中有射出線約 20 條貫通其中，移入組織在維管束兩側略成三角形。

〔脂管〕：三個，位於維管束之下方。

8. 恒春竹柏 Podocarpus formosensis Dümmer（第八圖）

本種爲臺灣之特產種。



第　八　圖　恒春竹柏 Podocarpus formosensis Dümmer

1＝葉之橫切面×45；2＝一個維管束分束之橫切面×135；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：成爲細長之帶狀，葉緣反捲，外皮厚，表皮細胞排成一列，下皮由纖維狀之厚膜細胞排成一層或二層。

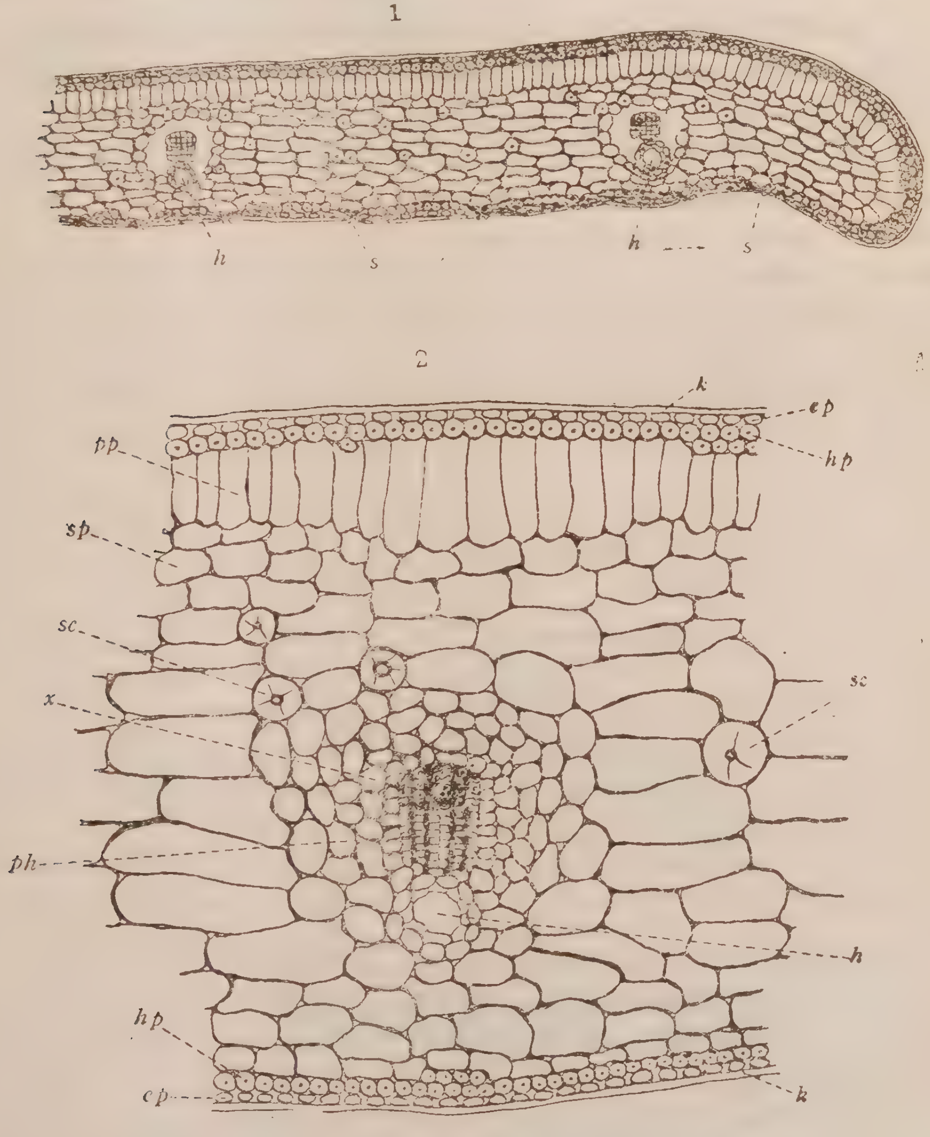
〔氣孔〕：在葉之下面相距相當間隔而分佈之。

〔葉肉〕：可分柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在葉之上面由一層之細胞所成，下面不發達，海綿狀組織位於內部。葉肉內有許多纖維狀之厚膜細胞散在，此等細胞之內腔有明顯之放射狀紋溝。

〔內皮〕：無。

〔維管束〕：成爲許多維管束分束，各分束相距相當距離並列在橫切面上，維管束分束略成四方形，其中有 2~4 條射出線貫通其內，維管束分束及脂管爲周緣層細胞所包圍。

〔脂管〕：在各個維管束下方均有一個脂管。



第　九　圖 竹柏 Podocarpus Nagi Zoll.et Moritz.

1＝葉之橫切面×45；2＝一個維管束分束之橫切面×135；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，x＝木質部。

9. 竹柏 Podocarpus Nagi Zoll. et. Moritz. (第九圖)

本種爲臺灣之自生種，分佈中國南部、日本。

〔葉之橫切面〕：成爲細長之帶條，葉緣反捲，外皮發達而厚，表皮細胞方形至長方形，而排成一層，下皮細胞爲纖維狀之厚膜細胞，排成一層或偶有一、二個排成二層，但在葉緣處常成爲二層。

〔氣孔〕：在葉之下面相距相當間隔而分佈之。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面發達，約由一層細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織在內部。葉肉有許多成爲纖維狀之厚膜細胞散在，此等細胞之內腔有明顯之放射狀縱溝。

〔內皮〕：無。

〔維管束〕：成爲許多維管束分束，各分束相距相當間隔並列在橫切面上，各分束成四方形，其中有2～6條射出線貫通其內，木質部在上方，而篩管部即位於下方，各分束與其下方之脂管均爲周緣層細胞所包圍。

〔脂管〕：在各維管束分束之下方均有一個。

10. 南港竹柏 Podocarpus nankoensis Hay. (第十圖)

本種爲臺灣之自生種，分佈中國、日本及海南島。

〔葉之橫切面〕：成爲細長之帶狀，葉緣圓而不反捲，外皮發達，表皮由一層之細胞所成，下皮細胞膜肥厚而成爲纖維狀之厚膜細胞，或偶而有一、二個細胞排成二層者，但在葉緣處常排成二層。

〔氣孔〕：在葉之下面相距相當間隔而分佈之。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在葉之上面發達而約由一層之細胞所成，下面不發達，海綿狀組織即在內部，葉肉內有許多之纖維狀厚膜細胞散在。

〔內皮〕：無。

〔維管束〕：分爲許多之維管束分束，各分束相距相當間隔並列在橫切面上，分束約成四方形，有射出線 1～3 條貫通其內，周圍由周緣層細胞所包圍。

〔脂管〕：各分束下方有一個脂管。

Ⅳ　南洋杉科　Araucariaceae

檢索表：

A. 橫切面成爲細長之帶狀，氣孔僅在下面有之。

　B. 維管束之上下方均有纖維狀厚膜細胞群，下皮不連續存在。……………非律賓貝殼杉 (11)

　BB. 僅在維管束之下方有纖維狀厚膜細胞群，下皮連續存在。………………廣葉南洋杉 (12)

AA. 橫切面爲菱形，氣孔在菱形之上下、左右各邊成氣孔帶，計有四條。

　B. 維管束之下方有纖維狀厚膜細胞群。……………………………………肯氏南洋杉 (13)

　BB. 維管束之下方無纖維狀厚膜細胞群。…………………………………小葉南洋杉 (14)

11. 非律賓貝殼杉 Agathis alba (Lam.) Foxw. (第十一圖)

本種爲引進種，栽培在臺北植物園及恒春林試所分所。分佈非律賓、馬來亞、安南。

〔葉之橫切面〕：成爲細長之帶狀，外皮厚而包被表皮，表皮由一層之橫長方形細胞所成。下皮細胞成爲木質化之纖維狀厚膜細胞，該細胞排成一層或二層，但不連續存在。

〔氣孔〕：在葉之下面相距相當距離分佈之。

〔葉肉〕：有柵狀組織與海綿狀組織之分，柵狀組織在葉之上面發達，而由柱狀之細長細胞一層或二層而成，下面即不發達，海綿狀組織在內部。葉肉內有不規則形之異形厚膜細胞散在。

〔維管束〕：有多數之維管束分束在葉之橫切面上排成一橫列，各維管束分束與脂管成交互排列。

各分束之上下方均有數個至十多個之纖維狀厚膜細胞，無內皮，但分束之周圍爲約同形之周緣層細胞所包圍。

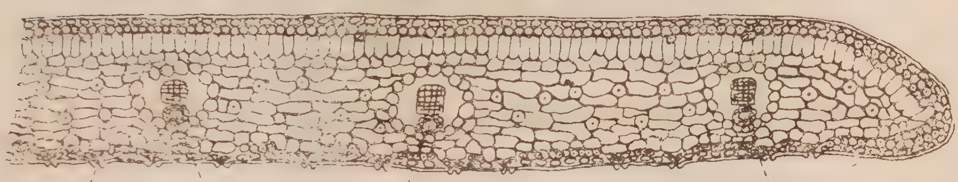
〔脂管〕：多數在橫切面上與維管束分束成交互排列而位於葉肉內，保護鞘由一層之細胞而成。

2. 廣葉南洋杉 **Araucaria Bidwillii Hook.** (第十二圖)

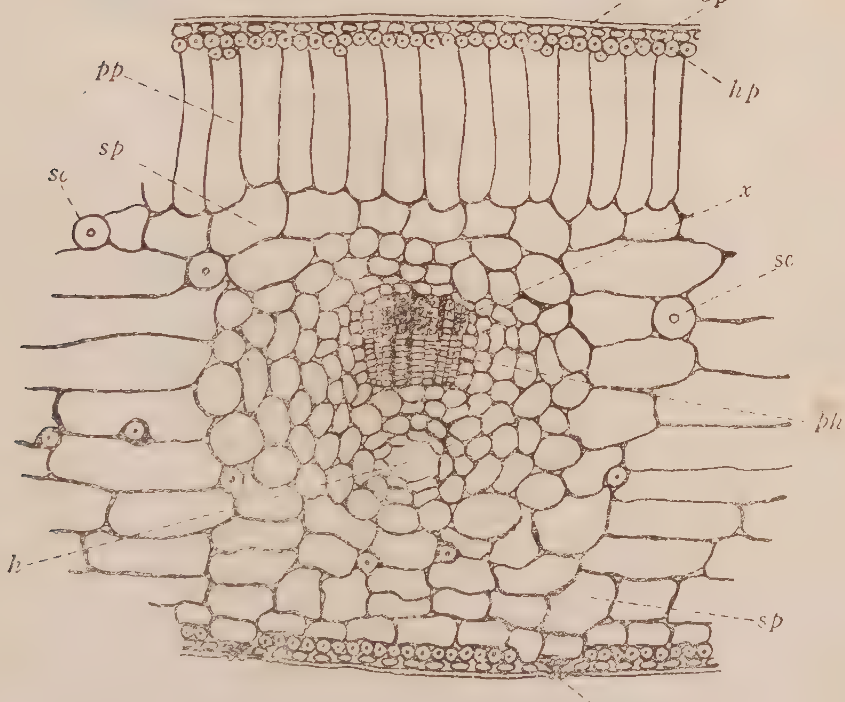
本種爲引進種，栽培在臺北植物園，分佈澳洲。

〔葉之橫切面〕：成爲細長之帶狀，外皮亦厚，表皮由一層之橫長方形細胞所成，下皮亦由一層之

1



2



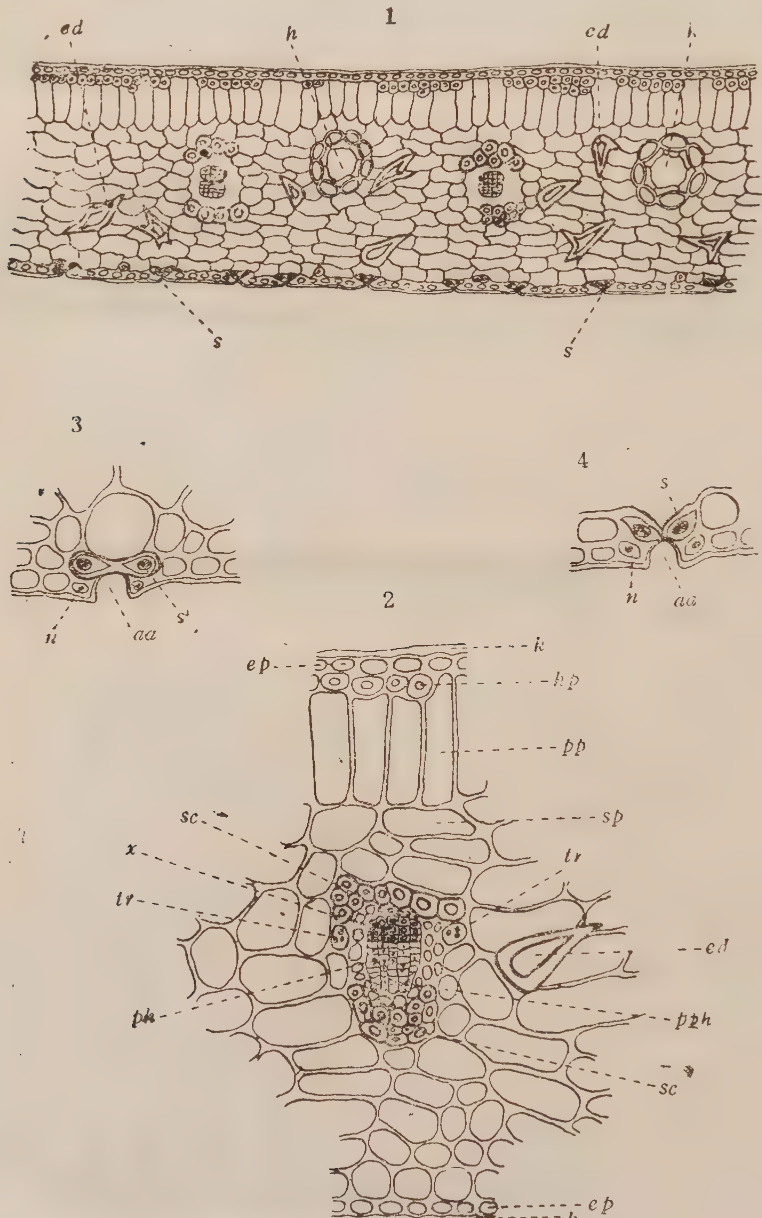
第 十 圖　南港竹柏 Podocarpus nankoensis Hay.

1＝葉之橫切面×50；2＝一個維管束分束之橫切面×200；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，x＝木質部。

細胞所成，該細胞成爲纖維狀之厚膜細胞，而在葉之上面排成連續之一列。

〔氣孔〕：在葉之下面相距相當距離分佈之。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面由一層或二層之柱狀細胞所構成，下面不發達，葉肉內有不規則形之異形厚膜細胞散在。

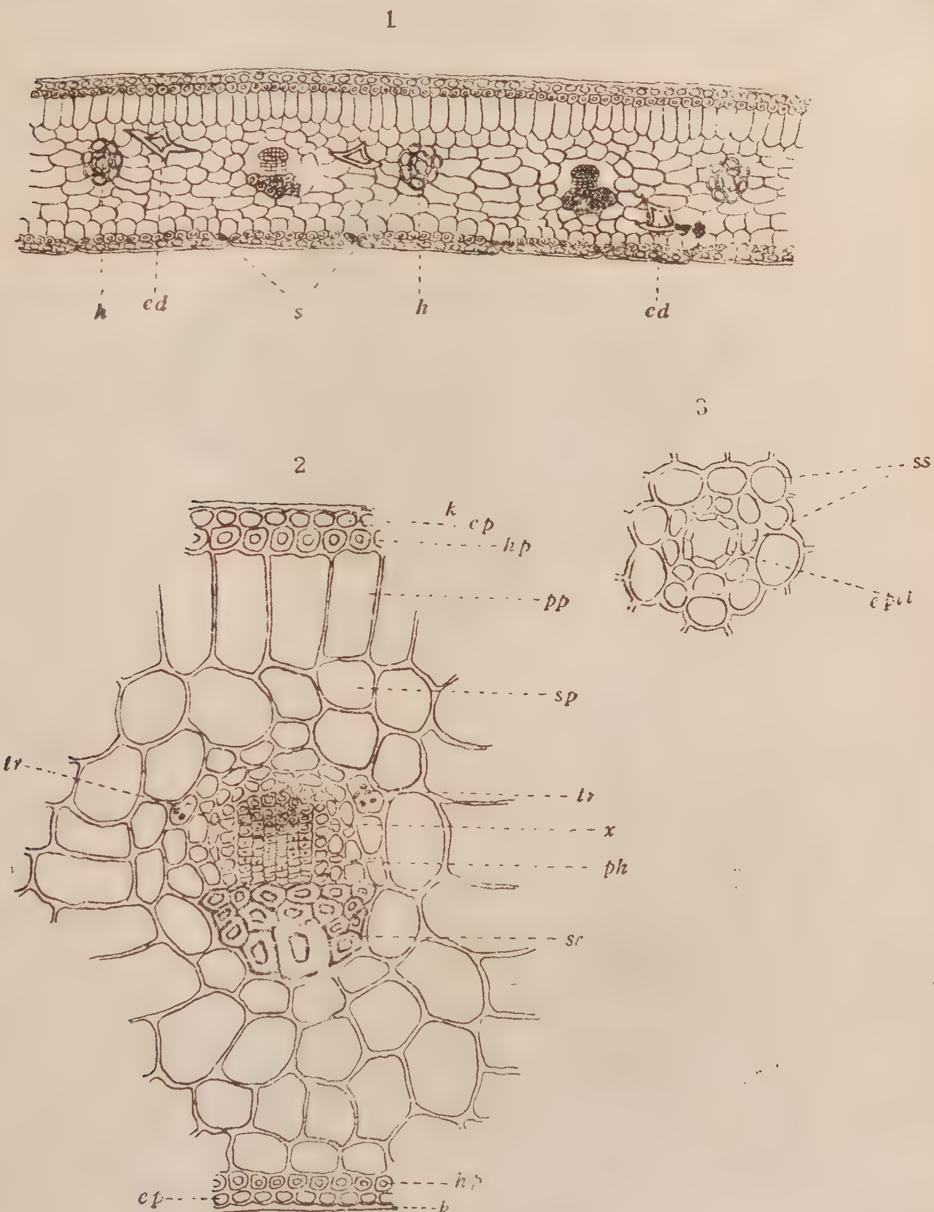


第十一圖　菲律賓貝殼杉 Agathis alba (Lam.) Foxw.

1＝葉之横切面×40；2＝同上(放大一維管束分束)×120；3,4＝氣孔之横切面 ×160；aa＝外呼吸孔，ed＝異形細胞，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，pph＝初生篩管部，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀細胞，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔維管束〕：有多數之維管束分束在橫切面上與脂管交互排成一橫列。各維管束分束之下方有數個至十多個之纖維狀厚膜細胞。

〔脂管〕：多數，與維管束分束成交互排列。保護鞘由二層之細胞所成。



第十二圖　廣葉南洋杉 Araucaria Bidwillii Hook.

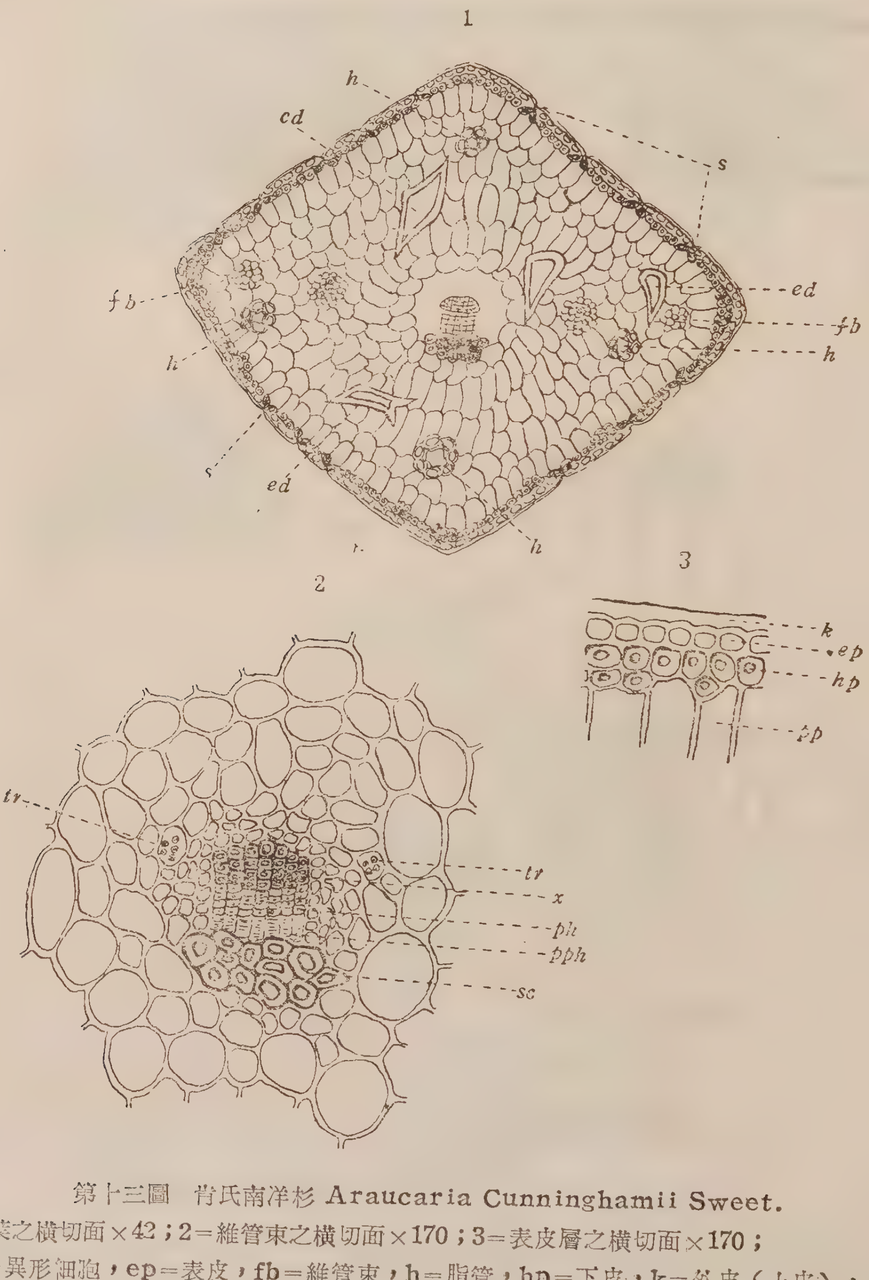
1＝葉之橫切面×42；2＝同上（放大其中之一維管束）×170；3＝脂管之橫切面×170；ep＝表皮，ed＝異形細胞，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s－氣孔，sc＝厚膜細胞，sp＝海綿狀組織，ss－保護細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

13. 肯氏南洋杉 Araucaria Cunninghamii Sweet.（第十三圖）

本種爲引進種，栽培在臺北植物園，分佈澳洲。

〔葉之横切面〕：爲菱形，外皮甚厚，表皮由一層之細胞排成一層或二層，該細胞爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在菱形之上下、左右各邊成計共四條氣孔帶。各氣孔帶有氣孔 3~5 個。



第十三圖 肯氏南洋杉 Araucaria Cunninghamii Sweet.

1＝葉之横切面×42；2＝維管束之横切面×170；3＝表皮層之横切面×170；

ed＝異形細胞，ep＝表皮，fb＝維管束，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，pp＝葉肉，pph＝初生篩管部，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

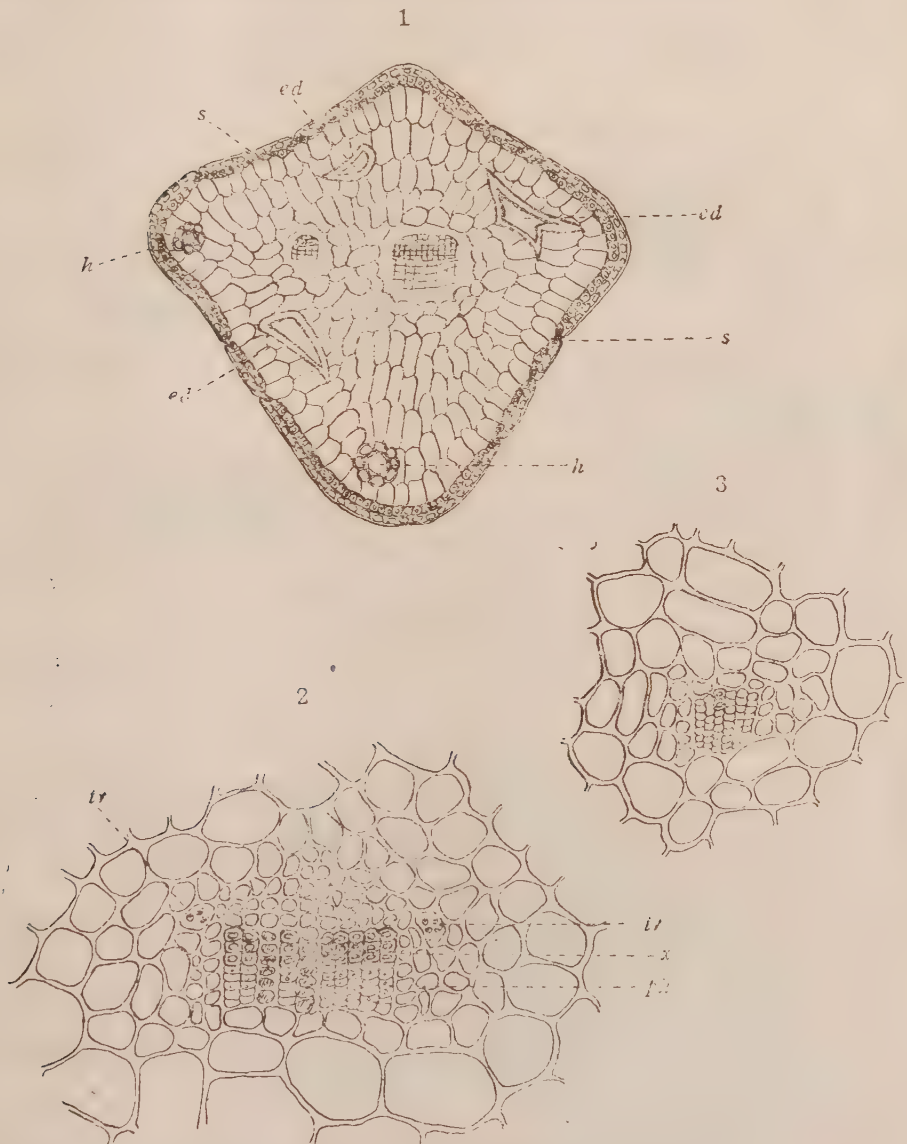
〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，但葉肉細胞之近邊緣者略成柵狀組織排列。葉肉內有不規則形之異形厚膜細胞散在。

〔維管束〕：在菱形之中央部有一個完全之維管束分束，其左右兩方各有一或二個之退化分束，此等分束在菱形之左右對角線上略排成一橫列，中央部分之分束下方有一團纖維狀厚膜細胞群。

〔脂管〕：在菱形之上下、左右角隅葉肉內各有一個共計有四個，保護鞘由一層之細胞所成。

14. 小葉南洋杉 Araucaria excelsa R. Br. (第十四圖)

本種亦爲引進種，栽培在臺北植物園及竹頭角熱帶母樹園。分佈澳洲。



第十四圖 小葉南洋杉 Araucaria excelsa R. Br.

1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×170；3＝退化維管束之橫切面×170；

ed＝異形細胞，h＝脂管，ph＝篩管部， s＝氣孔，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：亦爲菱形，外皮厚，表皮與下皮各由一層之細胞所成，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在菱形之上下、左右各邊成共計四條氣孔帶。各氣孔帶有氣孔2～5個。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，葉肉內有不規則形之異形厚膜細胞散在。

〔維管束〕：在菱形之中央部有一個完全之維管束分束，但其左右方有時有退化之分束，維管束分束之上下方均無厚膜細胞群。

〔脂管〕：在菱形之四角隅葉肉內各有一個脂管，但管通祇可看到其中之一或二個而已。保護鞘由一層之細胞所成。

V 松科 Pinaceae

檢索表：

A. 葉肉細胞膜無皺襞，葉肉可分爲柵狀組織與海綿狀組織。
- B. 脂管單一，位於維管束之下方。……鐵杉（22）
- BB. 脂管二個，位於葉之下面而靠近左右角隅。
  - C. 橫切面爲菱形。……臺灣雲杉（20）
  - CC. 橫切面不爲菱形。
    - D. 內皮不完全。
      - E. 葉肉內無纖維狀厚膜細胞。……臺灣冷杉（16）
      - EE. 葉肉內有纖維狀厚膜細胞。……針樅（15）
    - DD. 內皮完全。
      - E. 脂管位於葉之兩邊緣之頂端，下皮細胞不成爲纖維狀厚膜細胞。……落葉松（19）
      - EE. 脂管位於葉之下面靠近邊緣處，下皮細胞成爲纖維狀厚膜細胞。
        - F. 內皮細胞大小略同而排列整齊，葉之上面無氣孔。……威氏帝杉（21）
        - FF. 內皮細胞大小不一，而排列亦不整齊，葉之上面有氣孔。……德氏油杉（18）

AA. 葉肉細胞膜有皺襞，葉肉無柵狀組織與海綿狀組織之分。
- B. 表皮細胞不成爲纖維狀厚膜細胞。……喜馬拉耶雪松（17）
- BB. 表皮細胞成爲纖維狀厚膜細胞。
  - C. 維與束單一，橫切面成三角形，內皮圓形。
    - D. 脂管三個，其中一個在三角形之上角葉肉內。……華山松（23）
    - DD. 脂橫二個，如有副脂管亦密着下皮。……臺灣五葉松（28）
  - CC. 維管束分爲二分束，橫切面成半圓形或扇形，內皮橢圓形至長橢圓形。
    - D. 脂管位於橫切面之周圍與葉肉內，或僅位於周圍。
      - E. 脂管位於橫切面之周圍與葉肉內，下皮由二層之細胞所成。……臺灣二葉松（31）
      - EE. 脂管位於橫切面之周圍，下皮僅由一層之細胞所成。
        - F. 維管束分束下方有厚膜細胞群排成橫列。……日本赤松（24）
        - FF. 維管束分束下方無厚膜細胞群。……馬尾松（27）
    - DD. 脂管位於葉肉內而密着內皮或位於葉肉內而不密着內皮。
      - E. 脂管位於葉肉內而密着內皮。
        - F. 下皮細胞排成二層，各分束完全分離。……濕地松（25）
        - FF. 下皮細胞排成三層，各分束之上方連着。……大王松（29）
      - EE. 脂管位於葉肉內而不密着內皮。
        - F. 下皮之第二層細胞成爲纖維狀厚膜細胞。……火炬松（30）

FF. 下皮之第二層細胞不成爲纖維狀厚膜細胞。

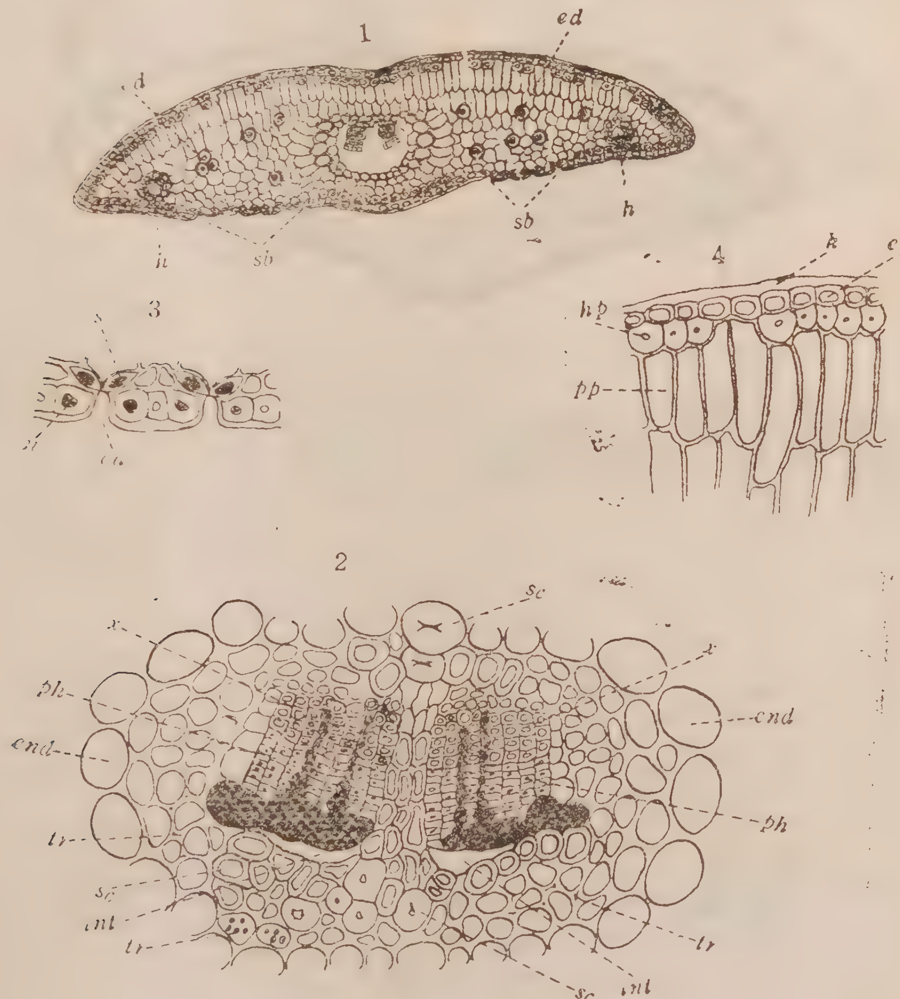
G. 脂管二個，常有副脂管，下皮之第二層細胞膜較其第一層者肥厚 。……………………………………………………………………………………………日本黑松（32）

GG. 脂管三個，稀爲二或四個，下皮之第一層與第二層細胞膜略同厚。………………………………………………………………………………………琉球松（26）

15. 針樅 Abies firma Sieb. et Zucc.（第十五圖）

本種爲引進種，栽培在臺灣大學演習林溪頭，分佈日本。

〔葉之橫切面〕：倒卵形，外皮甚發達。表皮由一層之細胞所成，下皮在葉之上下兩面通常爲一層之細胞所成（不連續），但在葉之兩端即由二層或三層之細胞所成，在氣孔帶上即無下皮，下皮細胞膜甚厚，內腔小而成爲纖維狀之厚膜細胞。



第十五圖　針樅 Abies firma Sieb. et Zucc.

1＝葉之橫切面 ×13；2＝維管束之橫切面 ×135；3＝氣孔帶之橫切面×135；4＝表皮層之橫切面×155；aa＝外呼吸孔，ed＝異形細胞，end＝內皮，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，int＝破生間隙，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s′＝閉塞細胞，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，其外氣腔明顯而深。

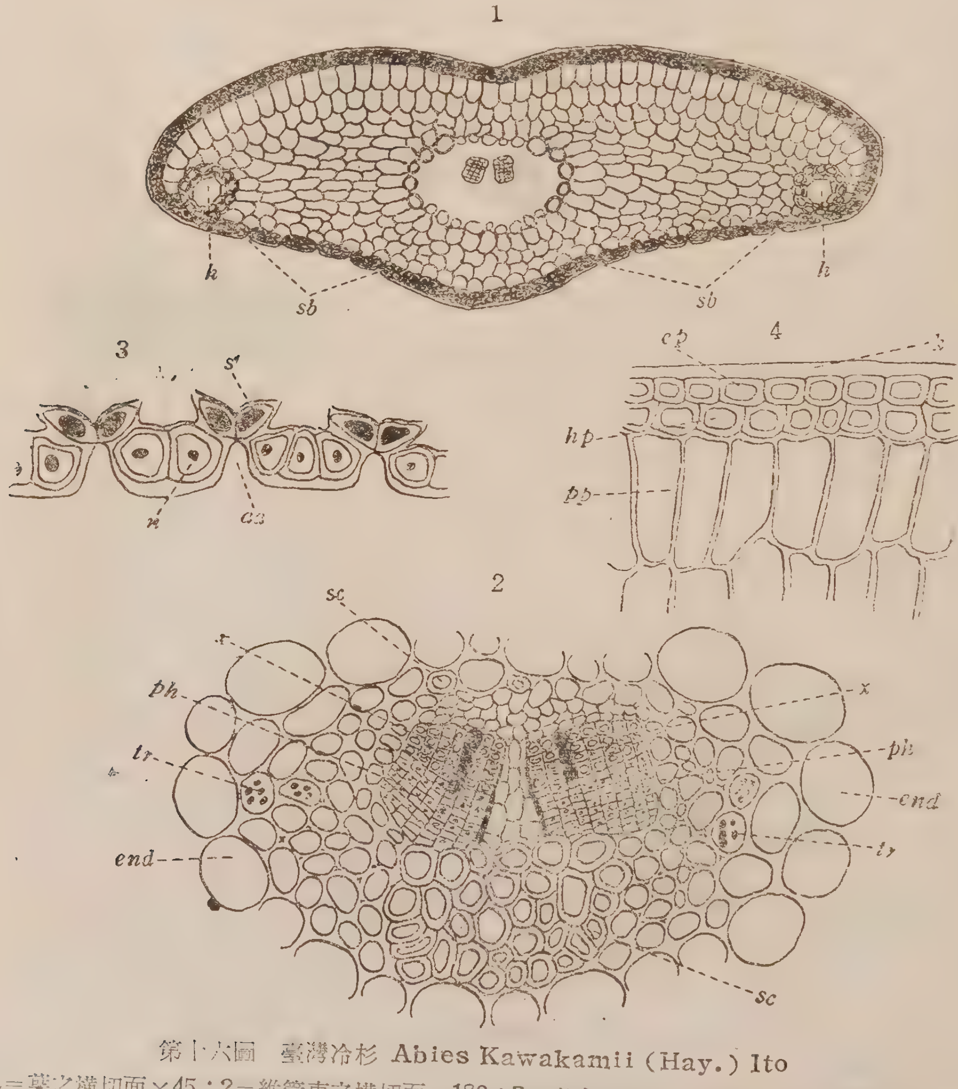
〔葉肉〕：有柵狀組織與海綿狀組織之分。柵狀組織在上面很發達，而由一或二層之柱狀細胞所成，下面即不發達。海綿狀組織位於葉之內部，在維管束附近之細胞即排成放射狀。葉肉內有纖維狀厚膜細胞散在，此細胞之性質與下皮細胞略相同。

〔內皮〕： 不完全，祇在維管束之左右兩側有數個（4~5個）之內皮細胞，而在維管束之上下方均無之。

〔維管束〕：分爲二分束，各分束由二或三列之木質化厚膜細胞分隔。各分束之橫切面爲長方形，木質部及篩管部內有一或二條之射出線(由一列之細胞所成)。 維管束之上下方中央部均有數個（5~8個)之纖維狀厚膜細胞。破生間隙即在各分束之篩管部下方。移入組織沿着篩管部而接近內皮。

〔脂管〕：二個，位於葉之下面而近兩邊緣處，均密着於下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

16。 臺灣冷杉 Abies KawaKamii (Hay.) Ito (第十六圖)



第十六圖　臺灣冷杉 Abies Kawakamii (Hay.) Ito

1＝葉之橫切面×45；2＝維管束之橫切面×180；3＝表皮層之橫切面×180；4＝氣孔帶之橫切面×180；aa＝外呼吸孔，end＝內皮，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮(上皮)，n＝副細胞，ph＝篩管部，pp＝柵狀組織，s'＝閉塞細胞，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

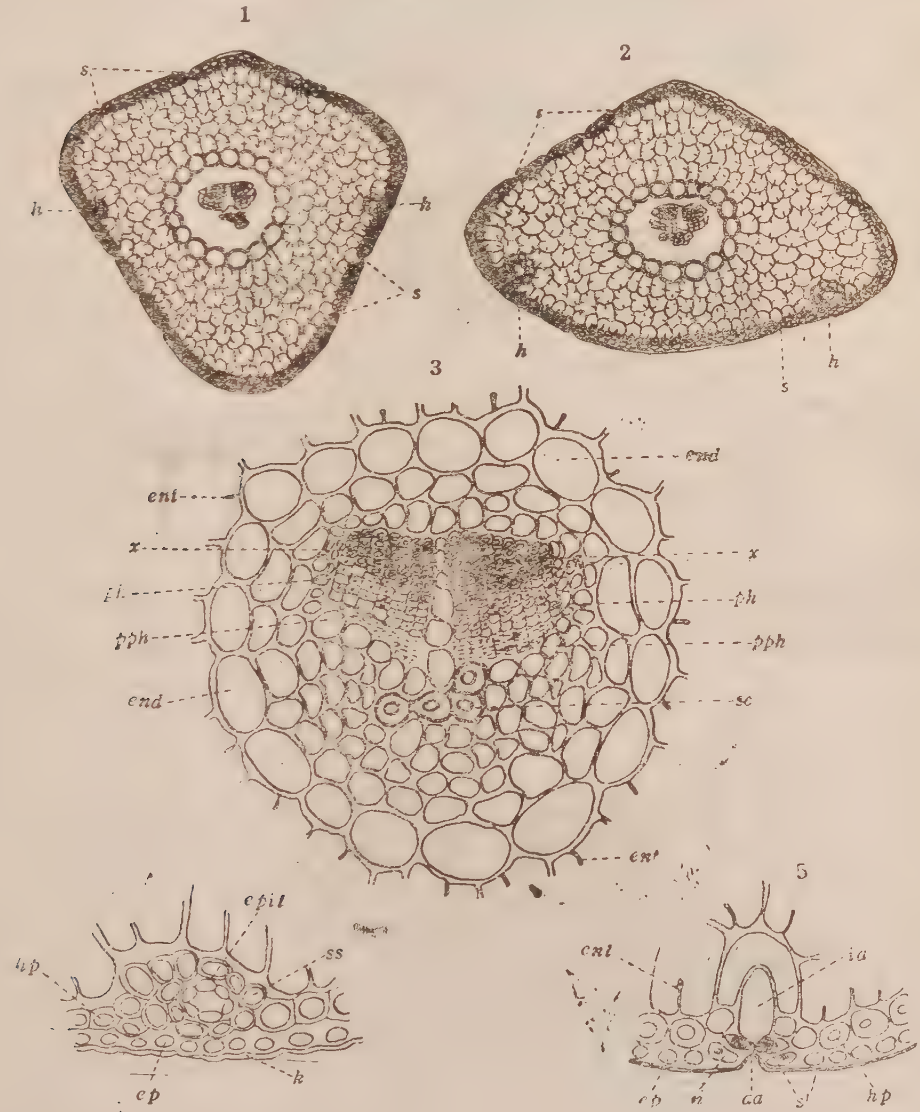
本種爲臺灣之特產種。分佈在海拔 2,800 m. 以上之寒帶。

〔葉之橫切面〕：爲舟形。表皮細胞與下皮細胞各由一層之厚膜細胞所成。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶。每條氣孔帶約有 4~7 個氣孔。但有時在上面近中肋處有 1~3 個氣孔。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織。柵狀組織在葉之上面由一或二層之柱狀細胞所成，但在葉之下面即不發達，海綿狀組織位於葉之內部，而在維管束附近即成爲放射狀排列。

〔內皮〕：不完全，在維管束之兩側各有數個 (4~6個) 之內皮細胞，維管束之上下方即無。



第十七圖　喜馬拉耶雪松 Cedrus Deodara Loud.

1,2＝葉之橫切面×40；3＝維管束之橫切面×160；4＝脂管之橫切面×160；5＝氣孔之橫切面×160；aa＝外呼吸孔，cnd＝內皮細胞，ent＝皺壁，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮 ia＝內呼吸孔，k＝上皮（外皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，pph＝初生篩管部，ss＝保護細胞，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，sc＝厚膜細胞，x＝木質部。

〔維管束〕：由一或二條之柔膜細胞列分爲二分束，各分束爲四方形，維管束之上方有二、三個之厚膜細胞，下方中央部即始爲厚膜細胞群所塡滿。各分束由一或二條之射出線所貫通。

〔脂管〕：二個，在葉之下面兩邊緣處而密着下皮。保護鞘由一層之細胞所成。

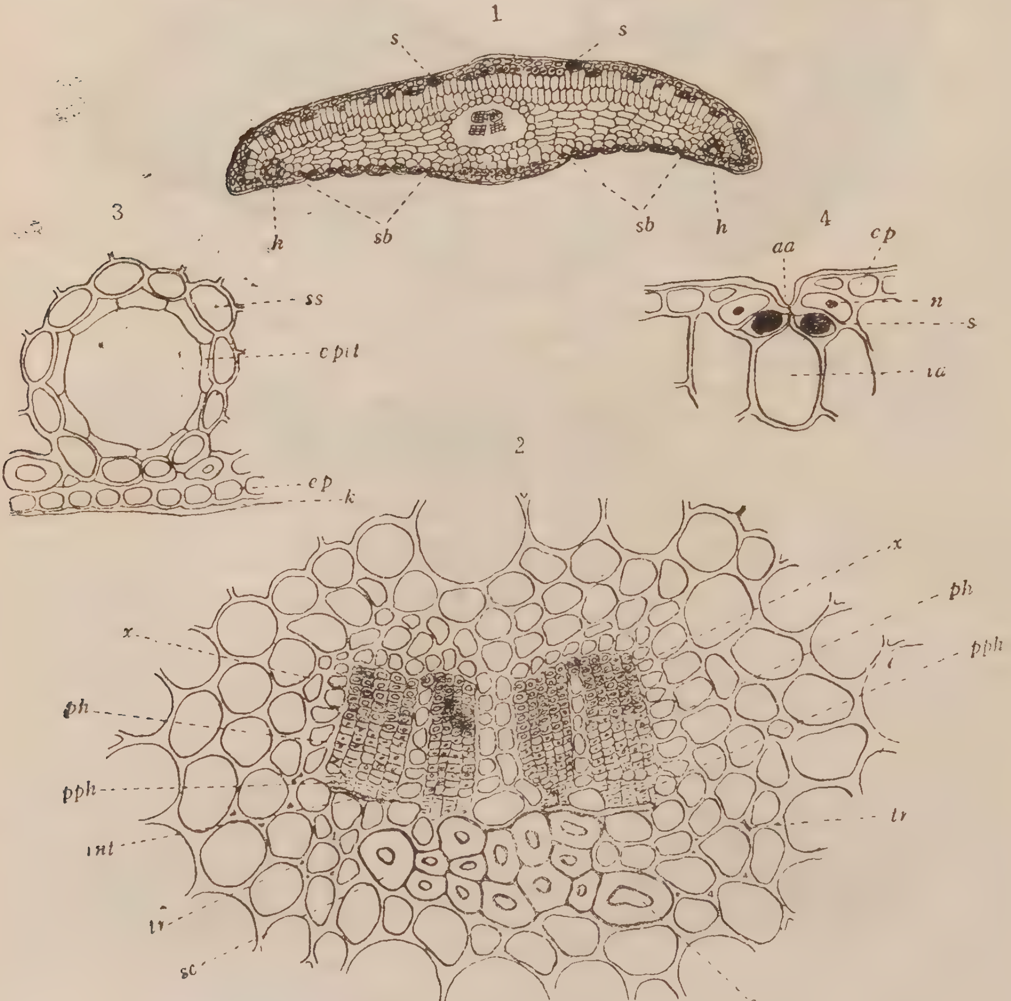
17. 喜馬拉耶雪松 Cedrus Deodara Loud.（第十七圖）

本種爲引進種，栽培在臺灣大學演習林溪頭，分佈喜馬拉耶與印度。

〔葉之横切面〕：爲菱形或三角狀扇形，表皮由一層之細胞所成，下皮細胞亦排成一層，該細胞爲厚膜細胞。

〔氣孔〕：在菱形之上下、左右四邊或三角形之三邊均有之。氣孔在菱形之各邊上約有 1~4 個，在三角狀扇形上各邊約有 2~5 個。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，但接近表皮之葉肉細胞略成柵狀組織排列，而接近於內



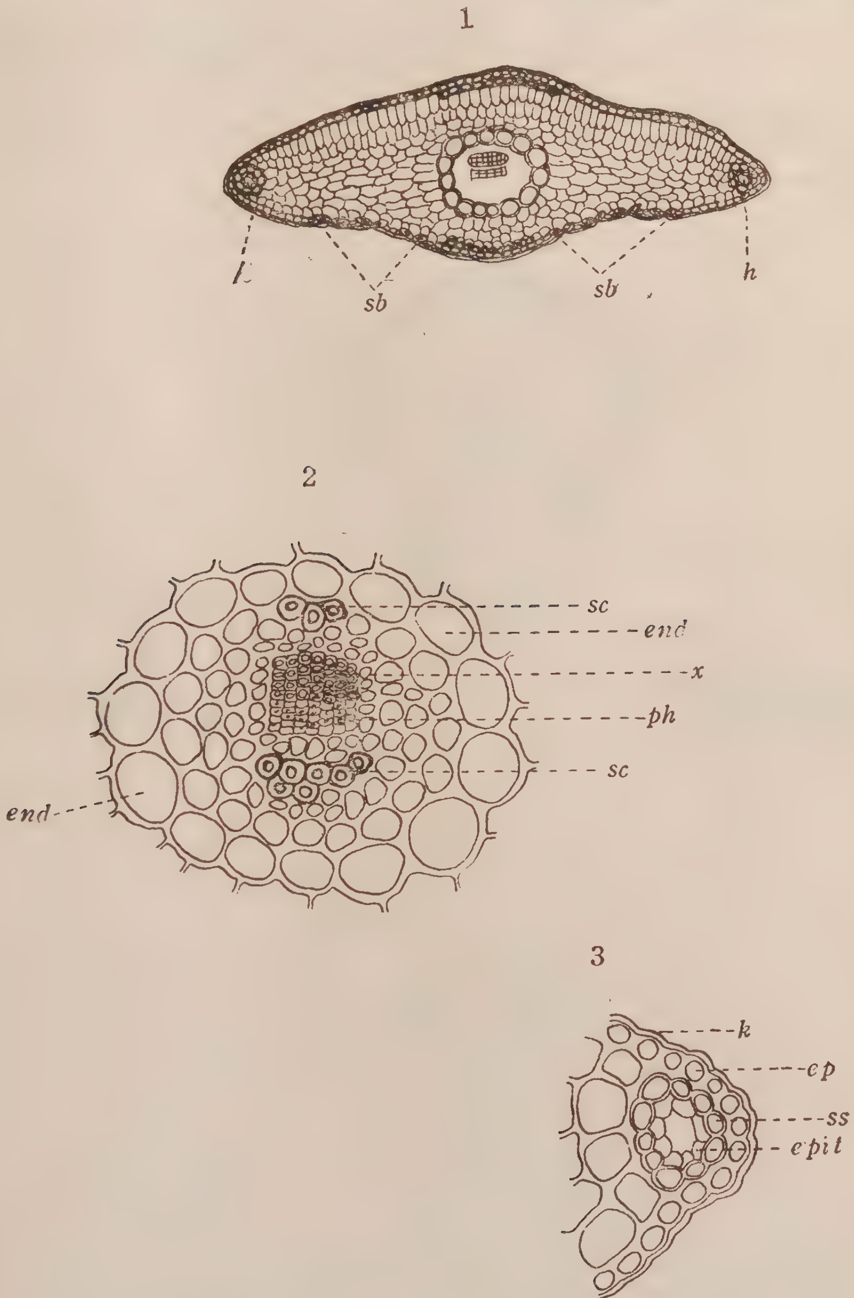
第十八圖　德氏油杉 Keteleeria Davidiana Beissn.

1 = 葉之横切面 ×16；2 = 維管束之横切面 ×160；3 = 脂管之横切面 ×160；4 = 氣孔之横切面 ×160； aa = 外呼吸孔，ep = 表皮，epit = 分泌細胞，h = 脂管，ia = 內呼吸孔，int = 破生間隙，k = 外皮（上皮），n = 副細胞，ph = 篩管部，pph = 初生篩管部，s = 氣孔，s′ = 閉塞細胞，sb = 氣孔帶，sc = 厚膜細胞，ss = 保護細胞，tr = 移入組織，x = 木質部。

皮者即爲放射狀排列。各葉肉細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：完整而成圓形，約由十多個（18 個）之內皮細胞所成。內皮細胞圓形至橢圓形。

〔維管束〕：由一或二條之柔膜細胞分爲二分束，各分束成四方形，維管束下方有 4~5 個厚膜細胞。



第十九圖　日本落葉松 **Larix leptolepis Murray.**

1＝葉之橫切面×50；2－維管束之橫切面×200；3＝脂管之橫切面×200；e－表皮，end＝內皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，k－外皮（上皮），ph－篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，ss＝保護細胞，x＝木質部。

〔脂管〕二個，位於菱形之左右二角下方或在扇形之弧邊而近左右兩角隅處密着下皮。保護鞘由一層之細胞而成。

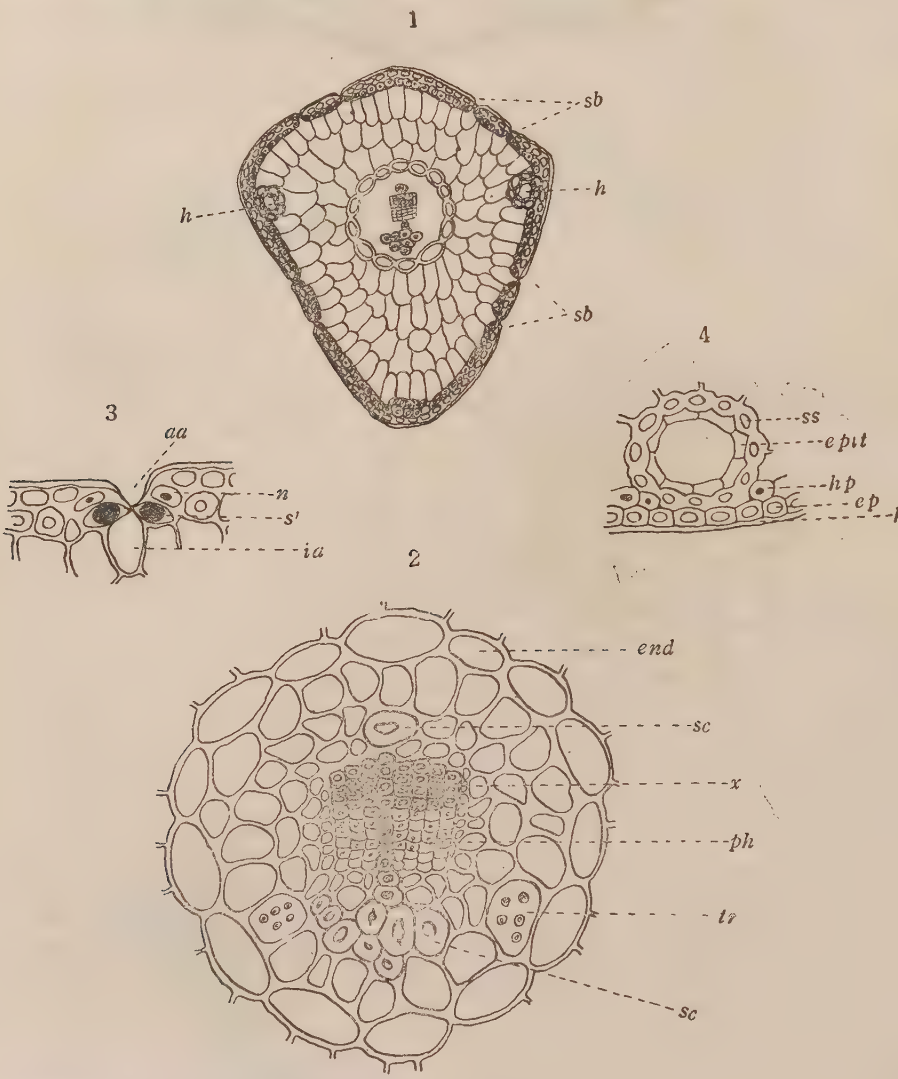
18. 德氏油杉 Keteleeria Davidiana Beissn.（第十八圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國雲南、湖北。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，外皮發達，表皮細胞長方形，下皮細胞爲厚膜細胞，而不連續排列。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，各氣孔帶約有 5~9 個氣孔，氣孔帶延至接近脂管處。在上面中肋左右兩側常有約 1~3 個氣孔。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在葉之上面發達而由二層之柱狀細胞所成，下面不發達，海綿狀組織在葉之內部。



第二十圖 臺灣雲杉 Picea morrisonicola Hay.

1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×170；3＝氣孔之橫切面×170；4＝脂管之橫切面×170；aa＝外呼吸孔，end＝內皮，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝閉塞細胞，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，ss＝保護細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔內皮〕：略爲橢圓形，由 27～28 個之內皮細胞所成，此等細胞爲圓形其大小不一，排列亦不整齊。

〔維管束〕：成四方形，有 3～4 條射出線貫通其內，維管束下方有一團厚膜細胞群。

〔脂管〕：二個，位於葉下面而接近兩邊緣密着於下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

19. 日本落葉松 Larix leptolepis Murray.（第十九圖）

本種爲引進種，栽培在阿里山，分佈日本。

〔葉之橫切面〕：爲紡錘形，表皮由一層之橢圓形細胞所成，下皮即僅在葉之上下兩面中肋部有之，各由十多個細胞所成。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋左右兩側成二條氣孔帶，各帶約有 3～5 個氣孔。

〔葉肉〕：有柵狀組織與海綿狀組織之分，柵狀組織在葉之上面由一層之細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織在葉之內部。

〔內皮〕：爲圓形，內皮細胞 15～18 個，爲圓形，其大小不同，排列整齊而明顯。

〔維管束〕：一個，四方形至橢圓形，維管束之下方有一團厚膜細胞。維管束之上方有 2～3 個密着於內皮之厚膜細胞。

〔脂管〕：二個，甚小，位於兩邊緣頂端，密着表皮。保護鞘由一層細胞所成。

20. 臺灣雲杉 Picea morrisonicola Hay.（第二十圖）

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：爲菱形，外皮由一層之長方形細胞所成。下皮細胞亦排成一層，但在下端之角隅即成二層，此等細胞膜甚厚，而成爲纖維狀厚膜細胞。

〔氣孔〕：在菱形之上下、左右各邊成四條氣孔帶，各帶有2～4個氣孔。

〔葉肉〕：略可分爲柵狀組織與海綿狀組織，葉肉細胞之接近表皮者即略成柵狀組織排列。海綿狀組織在中央部成爲放射狀排列。

〔內皮〕：圓形，由長橢圓形之內皮細胞14個所成，排列整齊而明顯。

〔維管束〕：四方形，篩管部爲一條之射出線所貫通，維管束之下方有一團厚膜細胞群，在其上方者即突入篩管部，左右兩方之周緣層內有假導管細胞。

〔脂管〕：二個，位於左右兩角隅之稍下方而密着表皮，保護鞘由一層之細胞所成。

21. 威氏帝杉 Pseudotsuga Wilsoniana Hay.（第二十一圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國雲南。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成，下皮在葉之中肋上下部與左右兩角隅爲連續排成一列外其他零星分佈。此等細胞膜厚而成纖維狀。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成兩條氣孔帶，氣孔之分佈密， 各帶有氣孔 6～12 個。氣孔帶與脂管相距約爲帶寬二分一。

〔葉肉〕：有柵狀組織與海綿狀組織之分。柵狀組織在葉之上面約由二層之柱狀細胞所成，下面不發達，海綿狀組織在葉之內部。

〔內皮〕：橢圓形，由橢圓形之內皮細胞 17 個所構成，此等細胞大小不一，但排列整齊而明顯。

〔維管束〕：爲長橢圓形，其中有 5～7 條之射出線，維管束之下方有 2～3 個厚膜細胞散在，維管束上方之厚膜細胞群即成團狀而密着內皮。

〔脂管〕：二個，位於下面靠近兩邊緣處，而密着於下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

22. 鐵杉 Tsuga chinensis Pritzel（第二十二圖）

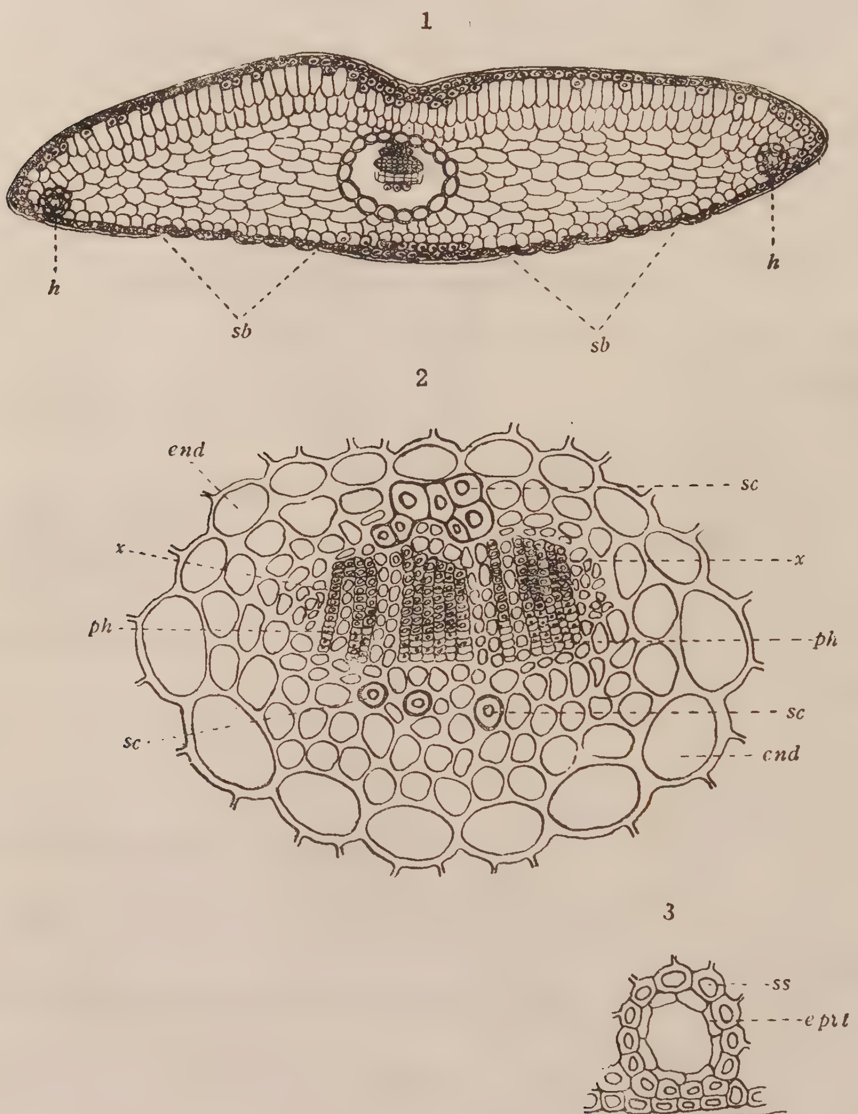
本種爲臺灣之自生種，分佈中國浙、閩、川、滇等省。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，表皮細胞排成一層，下皮即不連續的排成一層，此等細胞爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成兩條氣孔帶，各帶有 3~6 個氣孔。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面約由二層之柱狀細胞所成，下皮即不發達，海綿狀組織在葉之內部。

〔內皮〕：不完全，僅在左右方各有四個之圓形內皮細胞。



第二十一圖 威氏帝杉 Pseudotsuga Wilsoniana Hay.

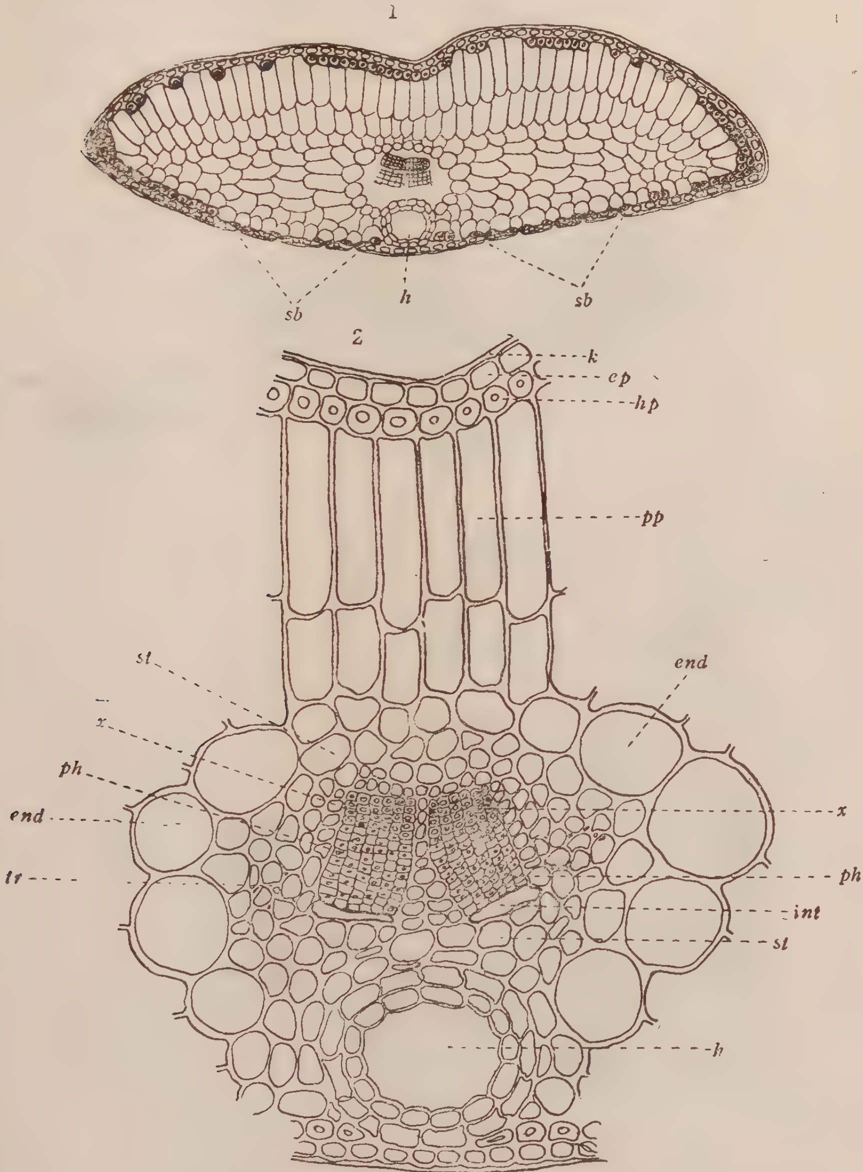
1＝葉之橫切面×34；2＝維管束之橫切面×170；3＝ 脂管之橫切面×170；end＝內皮，epit＝分泌細胞，h＝ 脂管，ph＝ 篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝ 厚膜細胞 ，ss＝ 保護細胞 ，x＝ 木質部。

〔維管束〕：由一列之柔膜細胞分爲二分束，各分束成爲四方形，而無射出線。維管束之上下方與靠近內皮之周緣層均爲澱粉貯藏細胞所包圍。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方，其下端密着下皮，脂管亦爲澱粉貯藏細胞所包圍。保護鞘由一層之細胞所成。

23. 華山松 **Pinus Armandi Franch.** (第二十三圖)

本種爲臺灣之自生種，分佈中國四川及日本。



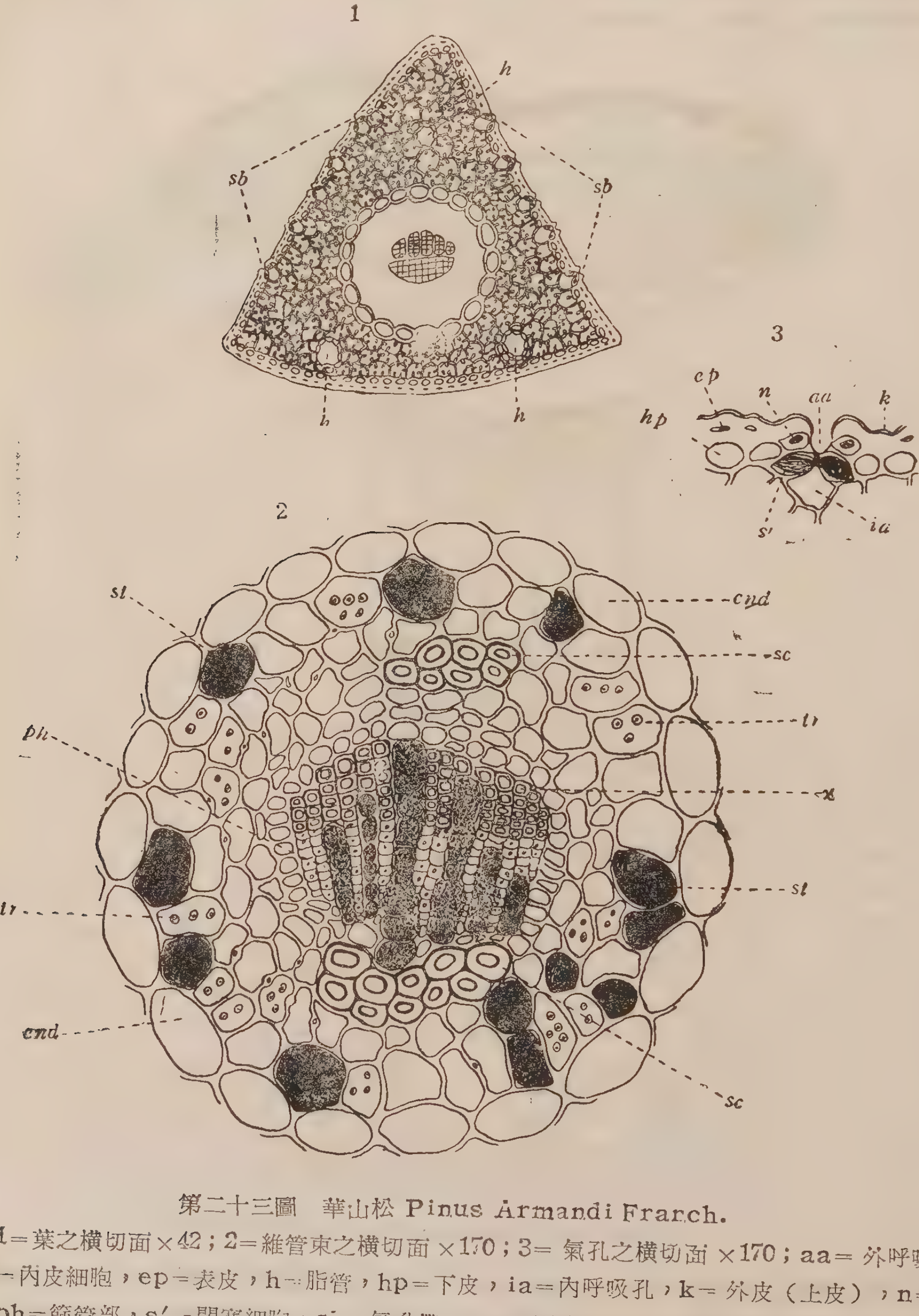
第二十二圖 鐵杉 Tsuga chinensis Pritzel

1＝葉之橫切面×38； 2＝同上（中肋部分）×150； e＝表皮，end＝內皮， h＝脂管，hp＝下皮，int＝破生間隙，k＝外皮（上皮）， ph＝篩管部， pp＝柵狀組織，st＝澱粉貯藏細胞，sb＝氣孔帶，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲等邊三角形，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成。該細胞之膜壁甚厚，而其內腔殆無或爲新月狀。下皮亦由一層之細胞所成，其細胞膜厚，但不成纖維狀。

〔氣孔〕：在等邊三角形之左右兩側邊各有數個（3~6個）氣孔，底邊無之。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，但接近表皮之葉肉細胞即略呈柵狀排列，而接近內皮之細胞即爲放射狀排列。各細胞膜有皺襞。



第二十三圖　華山松 Pinus Armandi Franch.

1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×170；3＝氣孔之橫切面×170；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，s′＝閉塞細胞，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，st＝澱粉細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔內皮〕：為圓形，明顯而完整，約由 20 個之內皮細胞所成，該細胞爲橢圓形。

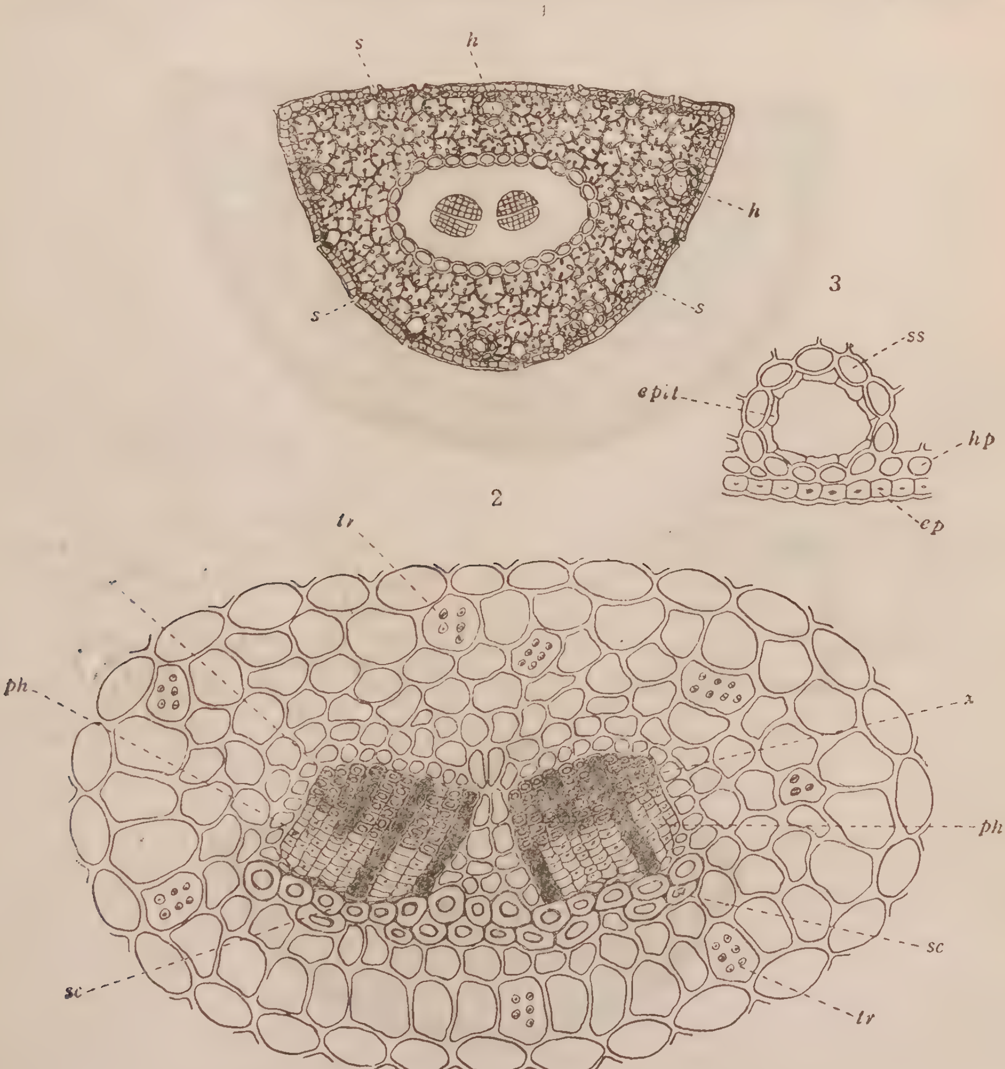
〔維管束〕：單一，木質部爲新月形，有三、四條之射出線貫通其內，下面之篩管部即有五、六條之射放線，由假導管所成之移入組織在維管束之上下、左右殆爲均勻發達。維管束之上下方各有數個之厚膜細胞群。

〔脂管〕：三個，其中二個各位於三角形之底邊上與角隅相距約四分之一處而密着下皮。另一與即在三角形之上角隅與內皮之中間葉肉內。保護鞘由一層之細胞而成，但常不明顯或不完整。

24. 日本赤松 Pinus densiflora Sieb. et Zucc.（第二十四圖）

本種爲引進種，分佈日本。

〔葉之橫切面〕：為半圓形，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成，下皮細胞亦排成一層但不成纖維



第二十四圖　日本赤松 Pinus densiflora Sieb. et Zucc.

1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×170；3＝脂管之橫切面×170；ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ph＝篩管部，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，ss＝保護細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

狀。

〔氣孔〕：在橫切面之周圍相距相當間隔分佈之，在半圓形之弦邊上約有 5 個，而在弧邊上即約有 7 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各葉肉細胞膜有皺襞。

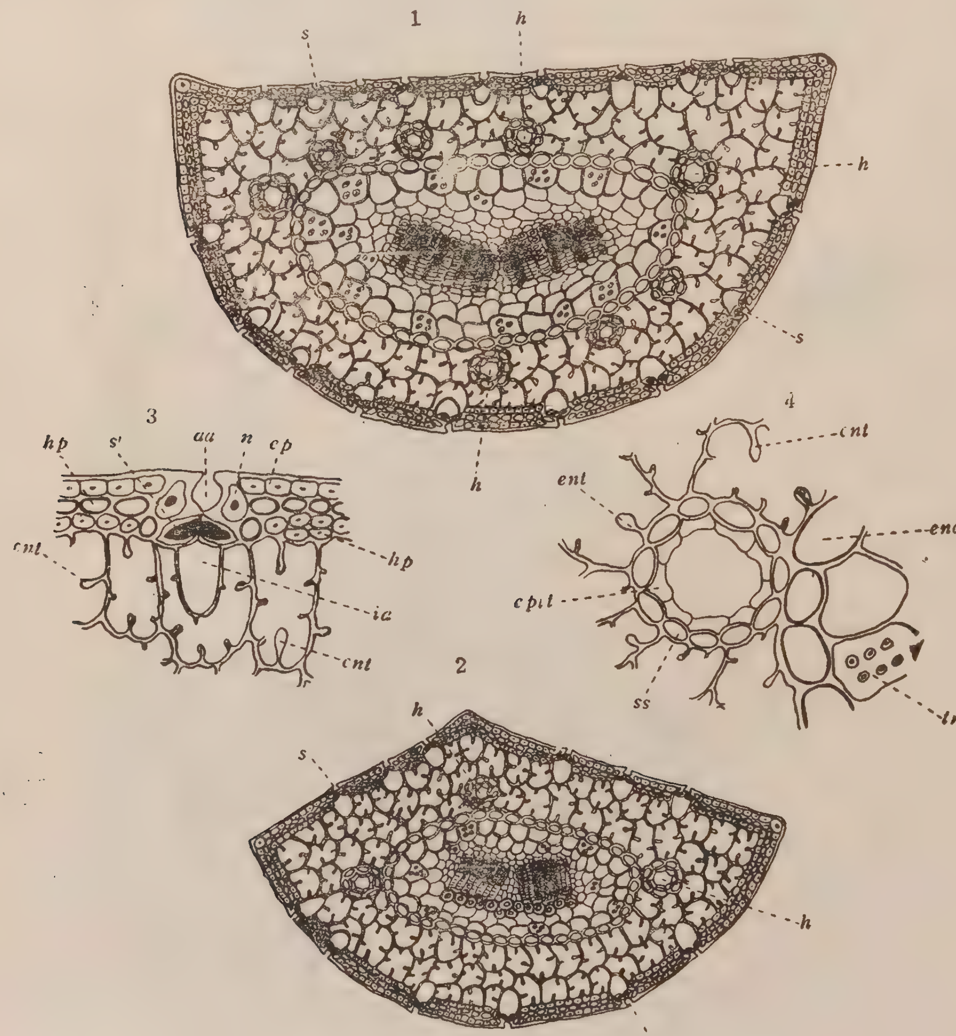
〔內皮〕：長橢圓形，內皮細胞約有 28 個，卵形至橢圓形。

〔維管束〕：由二、三條柔膜細胞列分爲二分束，各分束成四方形，各有二、三條射出線貫通其內，分束下方有一群厚膜細胞排成一横列。周緣層內有均勻分佈之假導管細胞。

〔脂管〕： 4~8 個，均接近下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

25. 濕地松 Pinus elliottii Engelm.（第二十五圖）

本種爲引進種，分佈美國 Florida 州及其附近。



第二十五圖 濕地松 Pinus elliottii Engelm.

1＝葉之橫切面（二針葉一束者）×38；2＝同上（三針葉一束者）×38；3＝ 氣孔之橫切面×150；4＝脂管之橫切面×150；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent＝ 皺壁，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，hp′＝下皮（纖維狀），ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，ss＝保護細胞，tr＝ 移入組織。

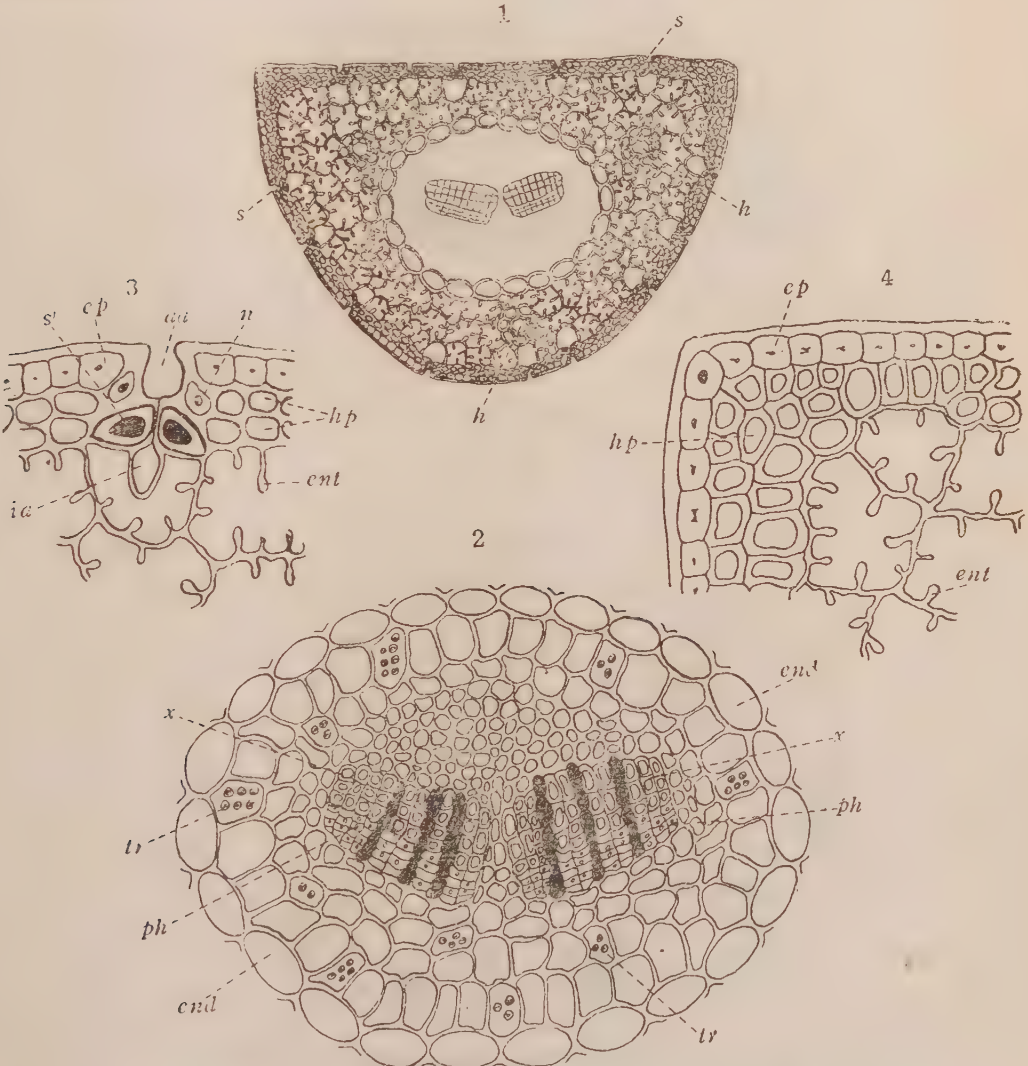
〔葉之橫切面〕：三葉一束者爲扇形，二葉一束者即成半圓形，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成，下皮排成二層；第一層（接近表皮之一層）爲普通之厚膜細胞，第二層之細胞膜極爲肥厚而成爲纖維狀之厚膜細胞，其性質約與表皮細胞同。

〔氣孔〕：在橫切面之周圍相距相當間隔而分佈之，扇形者其左右兩邊各有 2~4 個，而在弧邊上約有 6~7 個，半圓形者在其弦邊上有 9 個，弧邊上亦有 9 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，葉肉細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：爲長橢圓，內皮細胞 橢圓形， 40~50 個。

〔維管束〕：有二分束，分束與分束之間由二、三列細胞所隔。各分束爲四方形至橫長方形，射出髓有 2~5 條貫通其內。周緣層內有約均勻發達之移入組織。橫切面爲扇形者，其維管束下方有一群厚膜細胞並列。



第二十六圖　琉球松 Pinus luchuensis Mayr.

1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×125；3＝氣孔之橫切面×170；4＝角隅之橫切面×170；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent＝皺襞，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔脂管〕：2~8 個，均在葉肉內而密着內皮細胞，保護鞘由一層之細胞所成。

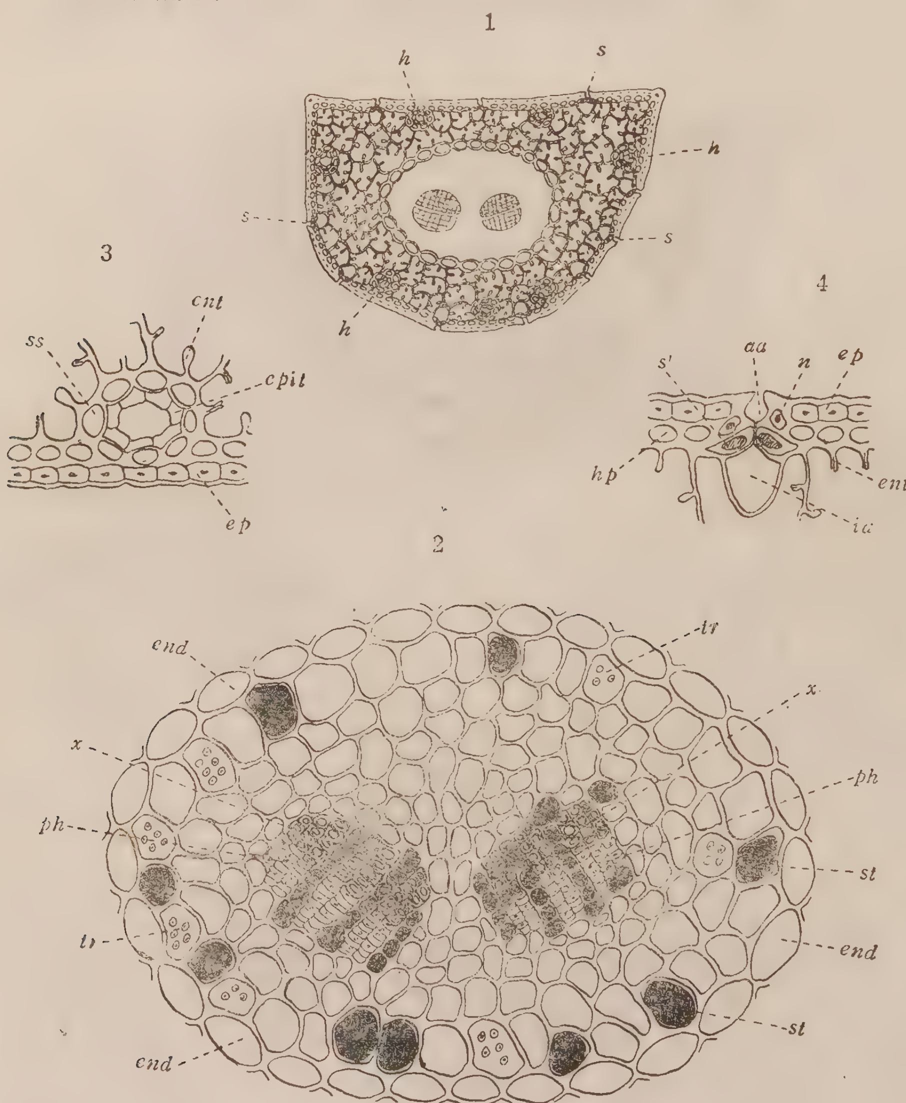
26. 琉球松 Pinus leuchuensis Mayr.（第二十六圖）

本種爲引進種，分佈琉球。

〔葉之橫切面〕：爲半圓形，外皮厚，表皮由一層之細胞所成，該細胞膜極端肥厚，其內腔殆無或爲點狀，而成爲纖維狀之厚膜細胞，下皮細胞排成二層，均爲厚膜細胞，但不成纖維狀。

〔氣孔〕：在橫切面之周圍相距相當間隔而分佈之。在半圓形之弦邊上約有 5 個，在弧邊上約有 9 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各細胞膜上有許多皺襞。



第二十七圖 馬尾松 Pinus Massoniana Lamb.

1＝葉之橫切面×40；2＝維管束之橫切面×160；3＝脂管之橫切面×160；4＝氣孔之橫切面×160；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent＝皺襞，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，ss＝保護細胞，st＝澱粉細胞，x＝木質部。

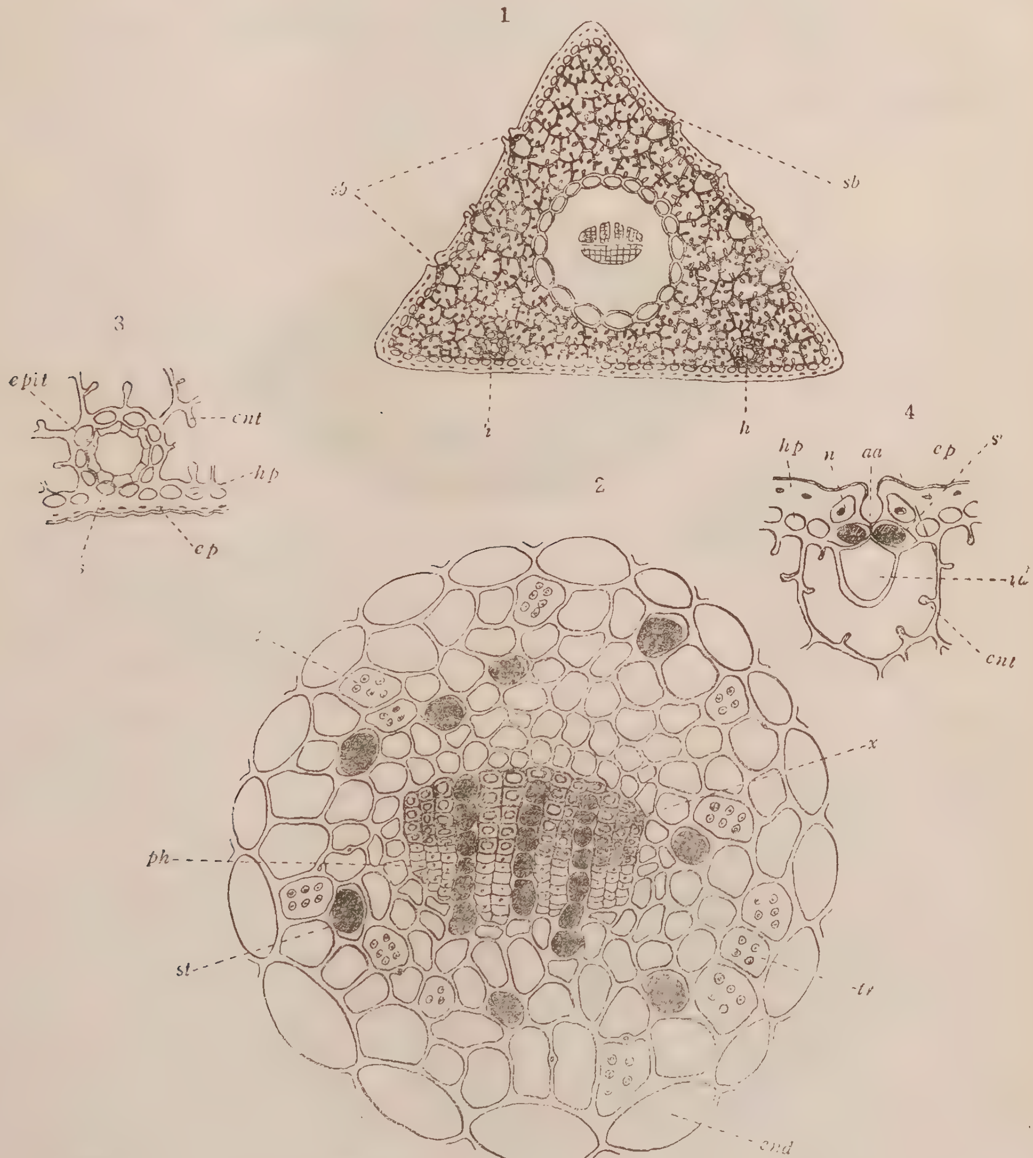
〔內皮〕：爲橢圓形，內皮細胞橢圓形至長橢圓形，約有 24 個。

〔維管束〕：中間爲一列或二列之細胞分爲二分束，各分束爲橫長方形，有二、三條之射出線貫通其內，木質部較篩管部大約一倍。移入組織即均勻的分佈在維管束周圍，周緣層有多個澱粉貯藏細胞。

〔脂管〕：普通有 3 個，均在葉肉內，稀有 2 個或多至 4 個。保護鞘一有層之細胞所成。

27. 馬尾松 Pinus Massoniana Lamb.（第二十七圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國南部各省。



第二十八圖　臺灣五葉松 Pinus morrisonicola Hay.

1＝葉之橫切面×33；2＝維管束之橫切面×150；3＝脂管之橫切面×150；4＝氣孔之橫切面×150；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，cnt＝皺襞，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝閉塞細胞，sb＝氣孔帶，ss＝保護細胞，st＝澱粉細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之横切面〕：爲半圓形，表皮由一層之細胞所成，該細胞膜肥厚，而成纖維狀，內腔殆無或爲點狀，以及新月形。下皮由一層或二層之細胞所成。

〔氣孔〕：在葉之橫切面周圍均有之，在弦邊上約有3~4 個，在弧邊上有 7~8 個氣孔。

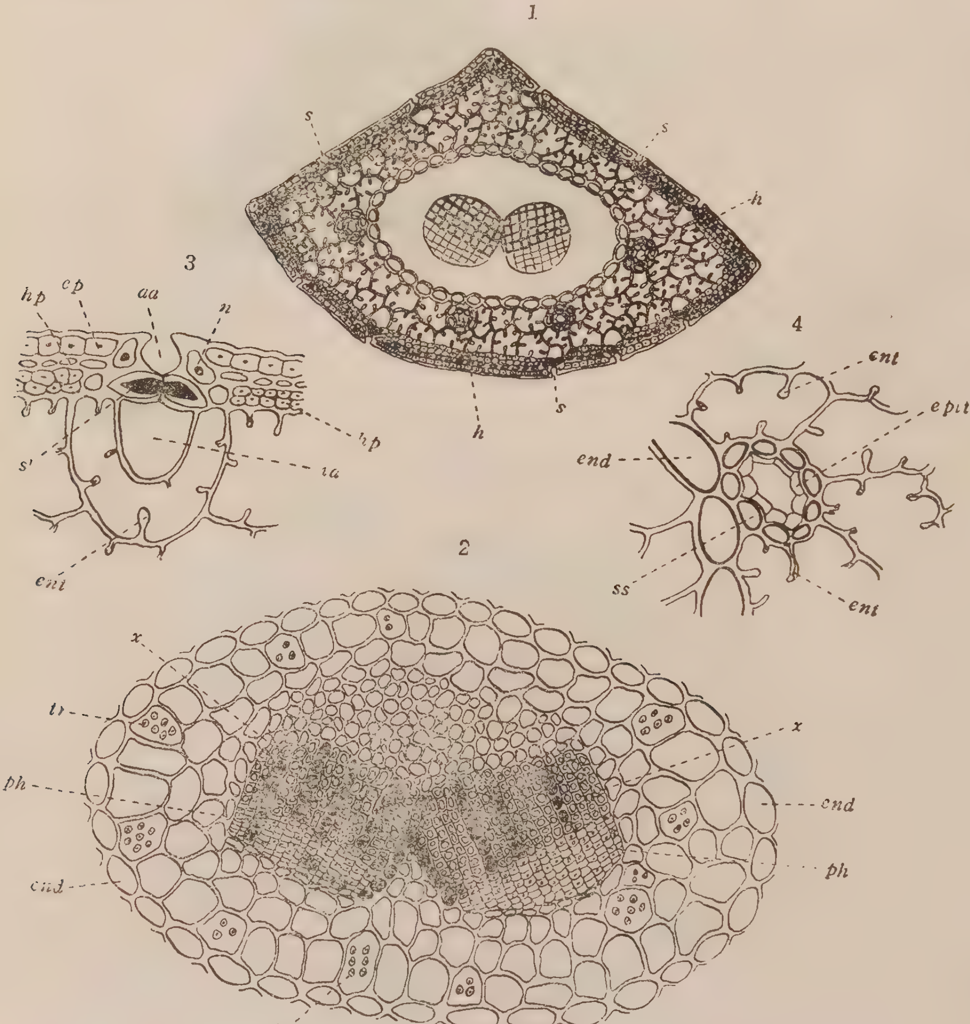
〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：橢圓形，明顯而完整。約由 27 個之橢圓形內皮細胞所成。

〔維管束〕：有二維管束分束，各分束成橢圓形，而有二或三條射出線貫通其中，分束與分束之間約由二、三條之細胞列所隔。維管束分束與內皮之間有數個假導管細胞。

〔脂管〕： 5~8 個（普通爲 7 個），均密着下皮。保護鞘由一層之細胞所成。

23. 臺灣五葉松 Pinus morrisonicola Hay.（給二十八圖）
本種爲臺灣之自生種，分佈海南島。



第二十九圖　大王松 Pinus palustris Mill.

1＝葉之横切面×38；2＝維管束之横切面×115；3＝氣孔之横切面×150；4＝脂管之横切面×150；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent＝皺壁，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，hp′＝下皮（纖維狀），ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，sc＝厚膜細胞，ss＝保護細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲等邊三角形，表皮由一層之細胞所成，該細胞之細胞膜極端肥厚，而成爲纖維狀，其內腔殆無或爲新月形。下皮亦成一層，此等細胞爲厚膜細胞。

〔氣孔〕：在三角形之左右兩側邊各有數個（3~5）氣孔，但底邊無之。表皮細胞在氣孔處成爲兩個副細胞，此等細胞向側方隆起成外呼吸孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各葉肉細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：圓形，明顯而完整，約由 18 個之橢圓形內皮細胞所成，此等細胞內貯藏有多量之澱粉粒。

〔維管束〕：單一，全體略成橢圓形，有三條之射出線貫通其內。周圍有假導管細胞約均勻散在，該細胞有重紋孔。

〔脂管〕：二個，在三角形底邊上與兩邊角隅相距約四分之一處密着下皮。保護鞘由一層之細胞所成。有時在則邊上有副脂管。此等副脂管亦密着下皮。

29. 大王松 Pinus palustris Mill.（第二十九圖）

本種爲引進種，栽培在臺北植物園及臺中公園。

〔葉之橫切面〕：爲扇形，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成，下皮細胞即排成三層，第一層（接近表皮之一層）細胞爲普通之厚膜細胞，但第二、三層之細胞膜甚爲肥厚而成爲纖維狀之厚膜細胞，其性質約與表皮細胞同。

〔氣孔〕：在橫切面之周圍相距相當間隔而分佈之。在左右兩邊上各有 2~3 個氣孔，在弧邊上即有5~6 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，葉肉細胞膜上有皺襞。

〔內皮〕：橢圓形，內皮細胞有 37 個。

〔維管束〕：分爲二分束，但各分束之上方尚相連接，各分束成四方形，有 3~5 條射出線貫通其內。周緣層內有均勻發達之移入組織。

〔脂管〕：4 個，均在葉肉內密着內皮細胞，保護鞘由一層之細胞所成。

30. 火炬松 Pinus taeda L.（第三十圖）

本種爲引進種，分佈美國東南部。

〔葉之橫切面〕：爲扇形，表皮細胞一層，該細胞爲纖維狀之厚膜細胞，下皮即由二層之細胞所成，第一層細胞（接近表皮之一層）爲普通之厚細胞，但其第二層細胞膜甚爲肥厚而成爲纖維狀細胞。

〔氣孔〕：在左右兩邊有 3~5 個，在弧邊上即有 6~8 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各葉肉細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：爲橢圓形至三角形，內皮細胞橢圓形，約 50 個。

〔維管束〕：中間由三、四條之柔膜細胞列分爲二分束，各分束約成圓形，有 2~4 條射出線貫通其內。

〔脂管〕：2~3 個，均在葉肉內，保護鞘由一層之細胞所成。

31. 臺灣二葉松 Pinus taiwanensis Hay.（第三十一圖）

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：爲半圓形，表皮由一層之細胞所成，該細胞膜極端肥厚，而成爲纖維狀，其內腔殆無，或僅爲點狀，下皮由二層之厚膜細胞所成。

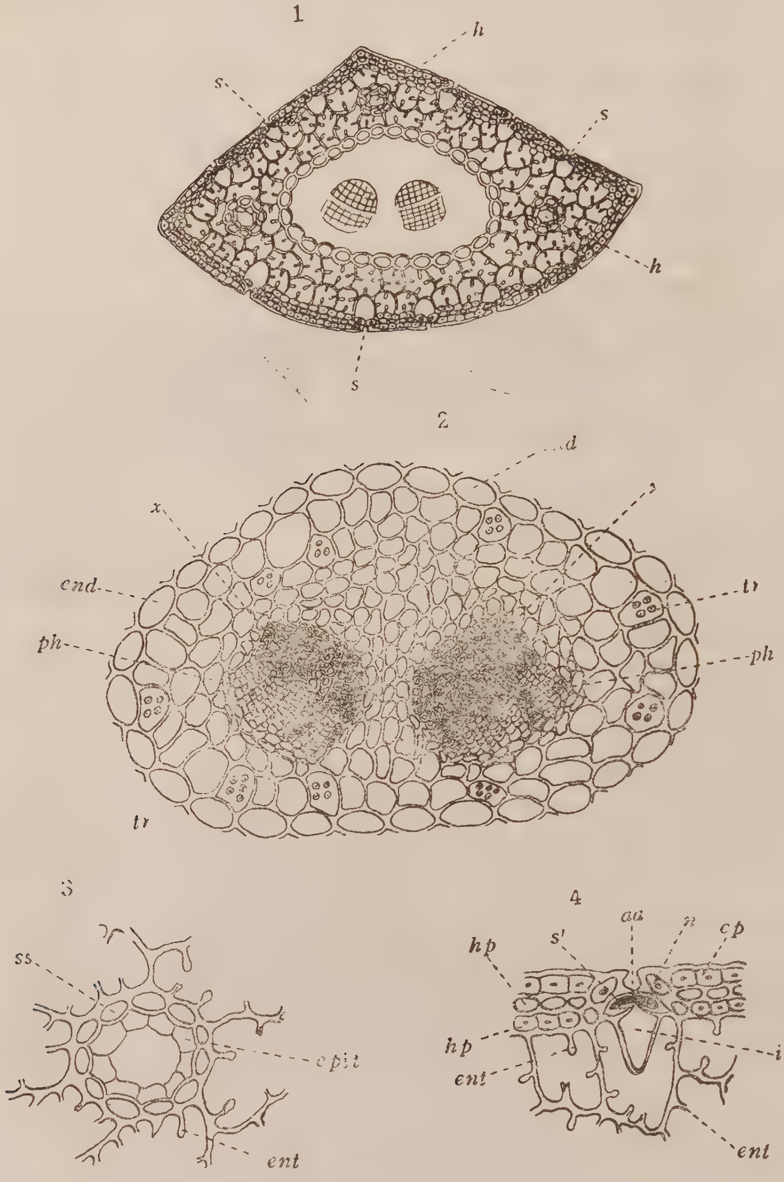
〔氣孔〕：在橫切面之周圍均有之，在弦邊上有 5~6 個，在弧邊上有 10~12 個氣孔。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，各葉肉細胞膜有皺襞。

〔內皮〕：橢圓形，明顯而完整，內皮細胞爲橢圓形，共約有 36 個。

〔維管束〕：有兩個維管束分束，分束與分束之間由二、三條之柔膜細胞列所隔，各分束爲橢圓形，而爲 3~5 條之射出線所貫通。內皮與維管束之間有數個假導管細胞散在。

〔脂管〕：有 3~7 個，其着生位置有二種性質，一種爲外生脂管，即脂管密着下皮而存，另一種爲中生脂管，即位於葉肉內。保護鞘由一層之細胞所成。



第三十圖　火炬松 Pinus taeda L.

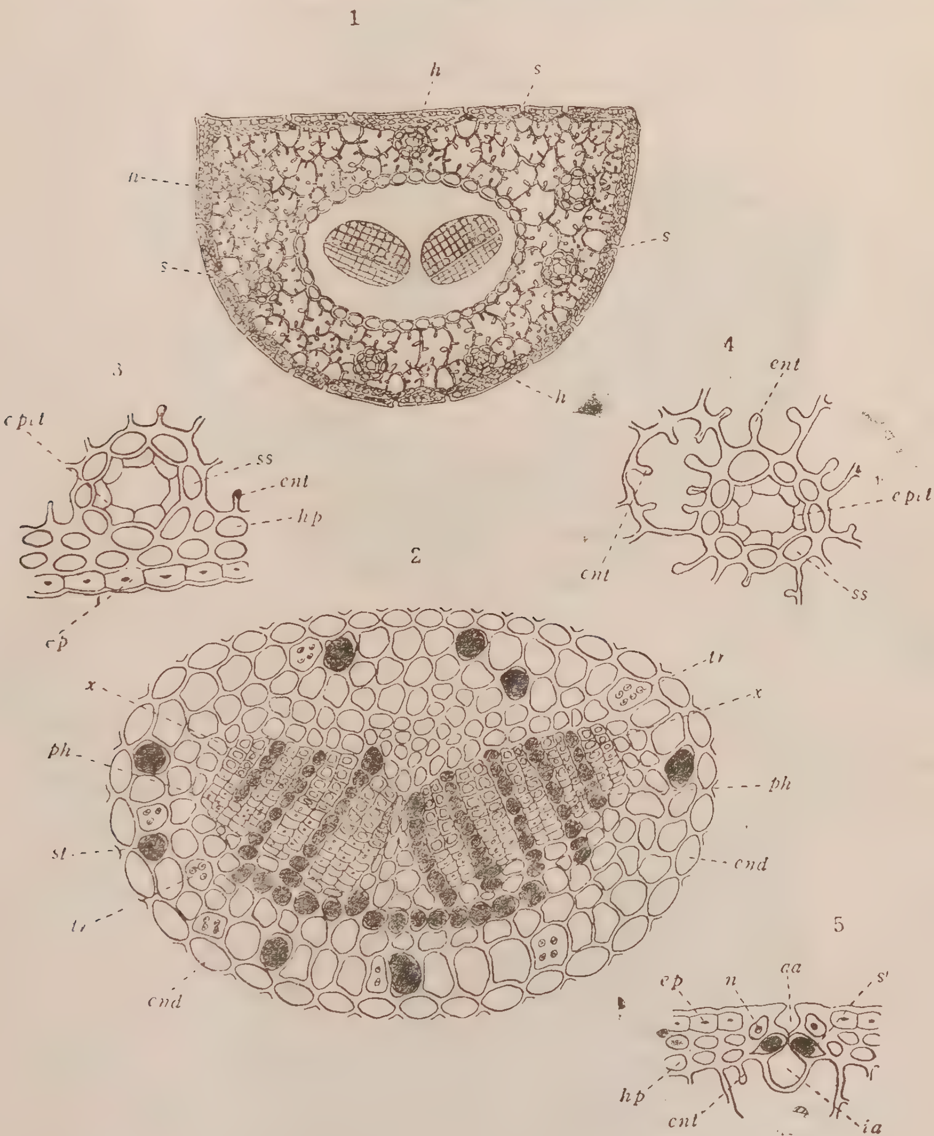
1＝葉之橫切面×42；2＝維管束之橫切面×125；3＝脂管之橫切面×170；4＝氣孔之橫切面×170；aa＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent＝皺襞，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，hp′＝下皮（纖維狀），ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

32. 日本黑松 Pinus Thunbergii Parl.（第三十二圖）

本種爲引進種，分佈日本。

〔葉之橫切面〕：爲半圓形，外皮厚，表皮由一層之纖維狀厚膜細胞所成，其內腔受壓迫而成爲點狀。下皮細胞排成二層，此等細胞均爲厚膜細胞，但其第二層（靠內之一層）細胞較第一層（靠外之一層）者更爲厚膜而略成纖維狀。下皮細胞在兩角隅排成三或四層。

〔氣孔〕：在橫切面之周圍相隔相當間隔而分佈之，在弦邊上約有11 個，在弧邊上約有16 個之氣



第三十一圖　臺灣二葉松 Pinus taiwanensis Hay.

1＝葉之橫切面×38；2＝維管束之橫切面×115；3＝脂管之橫切面（接近表皮者）×150；4＝同 3（位於葉肉內者）×150；5＝氣孔之橫切面×150；aa＝外呼吸孔，end＝ 內皮細胞，ent＝皺襞，ep＝表皮，epit＝分泌細胞 ， h＝脂管，hp＝下皮， ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，ph＝篩管部，s＝氣孔，s′＝閉塞細胞，ss＝保護細胞，st＝澱粉細胞，x＝木質部。

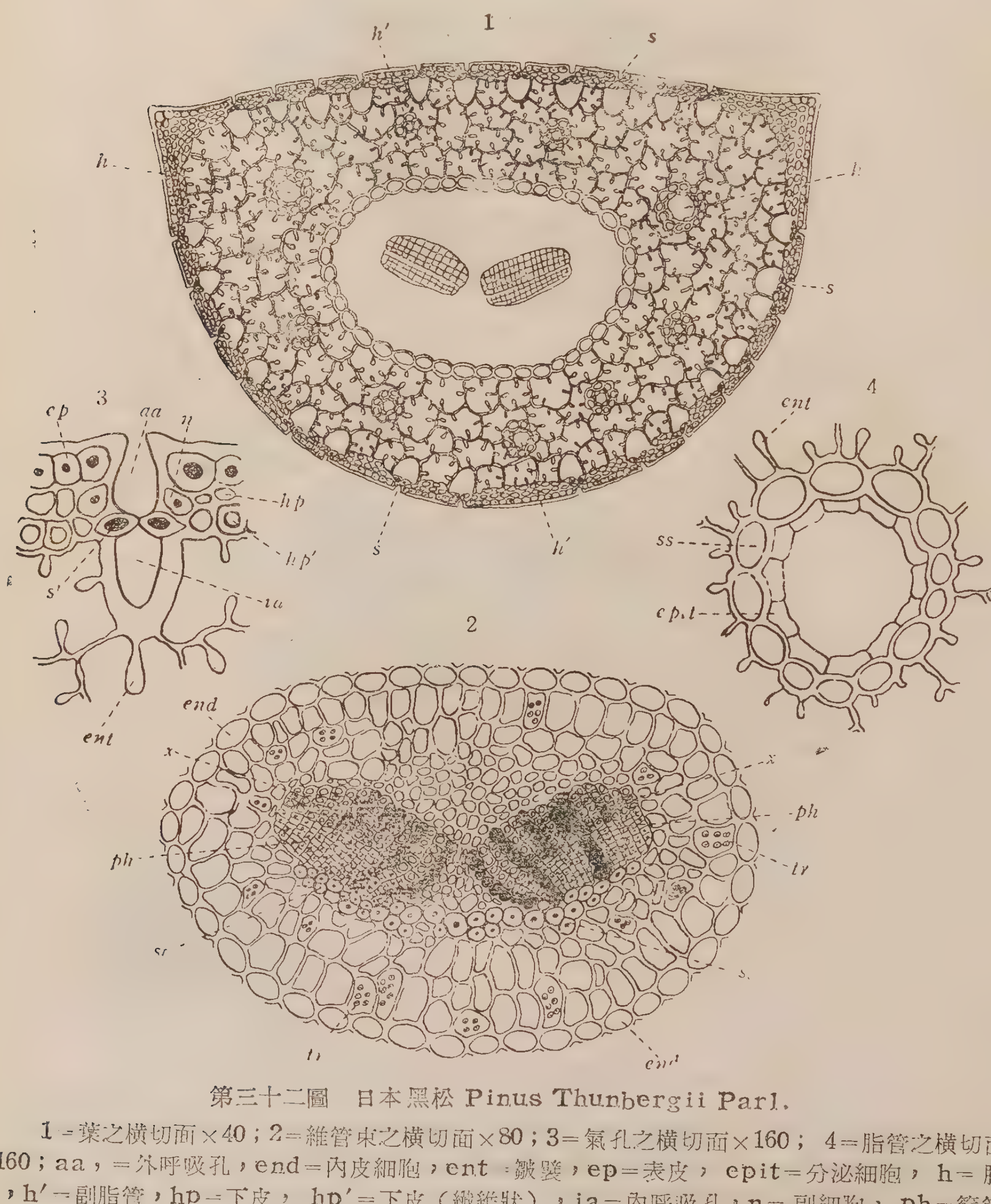
孔，外呼吸孔與內呼吸孔均很大。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，細胞膜上有許多皺襞。

〔內皮〕：長橢圓形，由約 40 個左右之橢圓形內皮細胞所成。

〔維管束〕：分爲二分束，分束與分束之間由二、三條細胞列所隔，各分束爲長橢圓形而其中有5~6條射出線，各分束之下方及中央部有厚膜細胞群並列。

〔脂管〕：主脂管 2 個，位於兩角隅葉肉內，保護鞘由一層之細胞所成。普通有副脂管 1 個至數個（多可達7個），均在葉肉內，此等副脂管均較主脂管小。



第三十二圖 日本黑松 Pinus Thunbergii Parl.

1＝葉之橫切面×40；2＝維管束之橫切面×80；3＝氣孔之橫切面×160； 4＝脂管之橫切面×160；aa，＝外呼吸孔，end＝內皮細胞，ent ＝皺襞，ep＝表皮， epit＝分泌細胞， h＝脂管，h'＝副脂管，hp＝下皮， hp'＝下皮（纖維狀），ia＝內呼吸孔，n＝副細胞， ph＝篩管部，s＝氣孔， s'＝閉塞細胞，sc＝厚膜細胞，ss＝保護細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

VI　杉科 Taxodiaceae

檢索表：

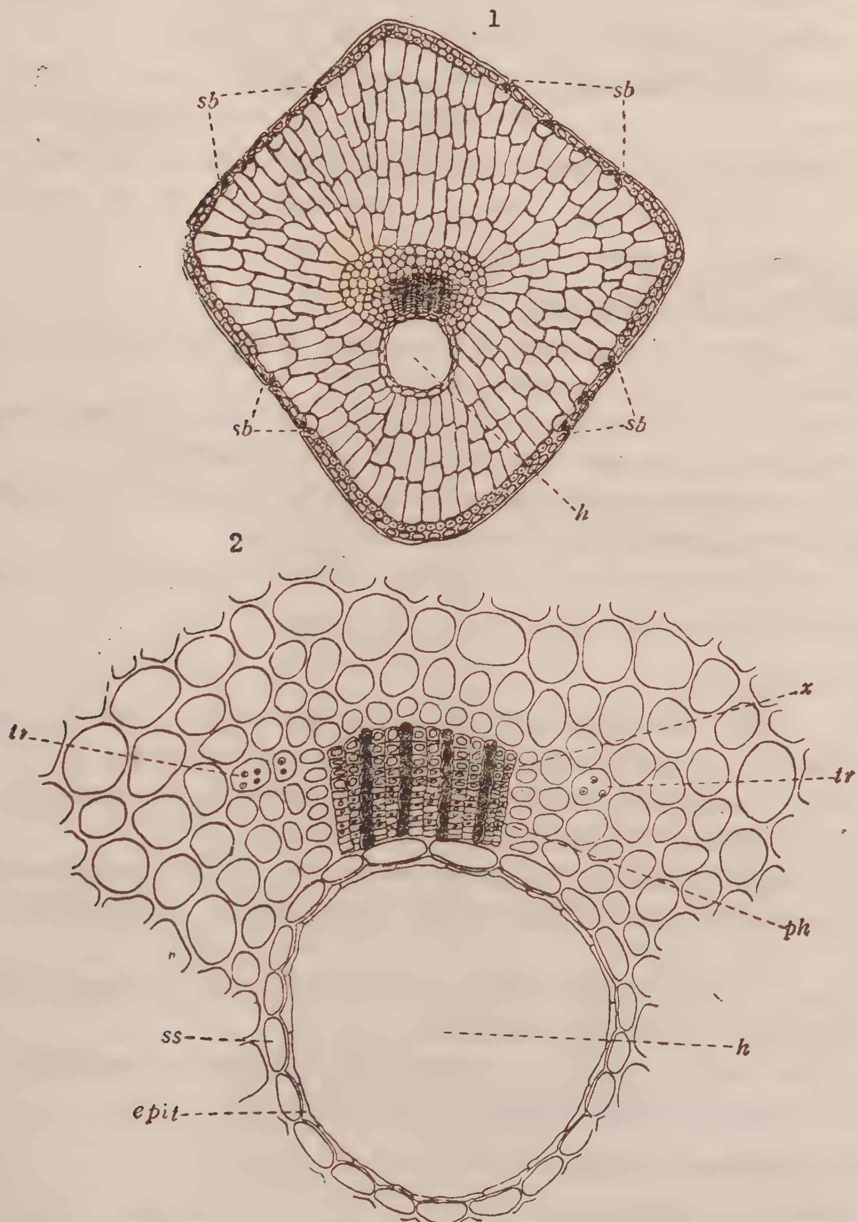
A.　維管束 2 個，木質部在下方，篩管部在上方，氣孔之副細胞特長而成爲手指狀突起。………………………………………………………………………………………………日本金松 (37)

AA.　維管束 1 個，木質部在上方，篩管部在下方，氣孔之副細胞不成爲手指狀突起。

　B.　移入組織由階段狀假導管所成，下皮不發達，僅在上面中肋有數個下皮細胞。

　　C.　脂管 3 個，氣孔與中肋成平行排列。………………………………………………水杉 (56)

　　CC.　脂管 1 個，氣孔與中肋成垂直排列。…………………………………………美國水松 (40)



第三十三圖　柳杉 Cryptomeria japonica D. Don

1＝葉之橫切面×45；2＝維管束之橫切面×180；epit＝分泌細胞，h＝脂管，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，tr＝移入組織，ss＝保護鞘細胞，x＝木質部。

BB. 移入組織由重紋孔假導管所成，下皮甚發達，除了氣孔帶部分外其他均有下皮細胞。

C. 橫切面成四菱形。

D. 脂管之直徑約與維管束同長，篩管部較木質部長，下皮細胞略成縱四方形而較表皮細胞大。……………………臺灣杉 (39)

DD. 脂管之直徑較維管束大 2~3 倍，篩管部與木質部約同長，下皮細胞略成圓形或四方形。……………………柳杉 (33)

CC. 橫切面成舟形或紡綞形。

D. 葉肉組織內無纖維狀厚膜細胞，脂管 3 ，均密着下面之下皮 。……………………加里福尼亞紅杉 (38)

DD. 葉肉組織內有纖維狀厚膜細胞，脂管 1 個或更有副脂管 2 個，但均位於葉肉組織內。……………………巒大杉 (34) ，杉木 (35)

33. 柳杉 Cryptomeria japonica D. Don （第三十三圖）

本種爲引進種，分佈中國南部及日本。

〔葉之橫切面〕：成四菱形，表皮細胞排成一層，下皮亦排成一層，但在氣孔帶無之，下皮細胞成爲纖維狀厚膜細胞，其大小與表皮細胞同或較小。

〔氣孔〕：在菱形之上下、左右四邊成氣孔帶共計有四條，在上面之二條氣孔帶寬度較下面者大。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，但靠近邊緣之細胞略成柵狀排列。

〔維管束〕：一個，成橫四方形，有 2~4 條之射出線貫通其內，木質部與篩管部之大小約同。無內皮，維管束之周圍爲周緣層細胞所包圍，維管束之下方與脂管相接。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方，其半徑較維管束大約 2~3 倍，保護鞘由一層之細胞所成。

34. 巒大杉 Cunninghamia Konishii Hay.（第三十四圖）

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：紡綞形，外皮甚厚而包被表皮，表皮細胞一層，細胞膜薄，但其向外之一方常較厚，下皮成一層或二層，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞，其細胞膜厚而內腔小。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，有時在上面中肋兩側亦可看到二條氣孔帶，在此種場合，其下面之氣孔帶長度常較上面之氣孔帶長，氣孔之分佈甚密。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織之分，柵狀組織在上面發達而由一或二層之細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織位於內部。葉肉組織內有許多纖維狀厚膜細胞，此等細胞爲單獨散在或數個聚成團狀。

〔維管束〕：約成正角形，有射出線數條貫通其內，維管束之左右方有移入組織。無內皮，周緣層細胞約排成一定之形狀。維管束下方即與脂管相接。

〔脂管〕：正脂管一個，位於維管束之下方，保護鞘由一或二層之細胞所成。有的有副脂管二個，位於中肋兩側之葉肉內，其保護鞘由一層之細胞所成，常較正脂管小。

35. 杉木 Cunninghamia lanceolata Hook.（第三十五圖）

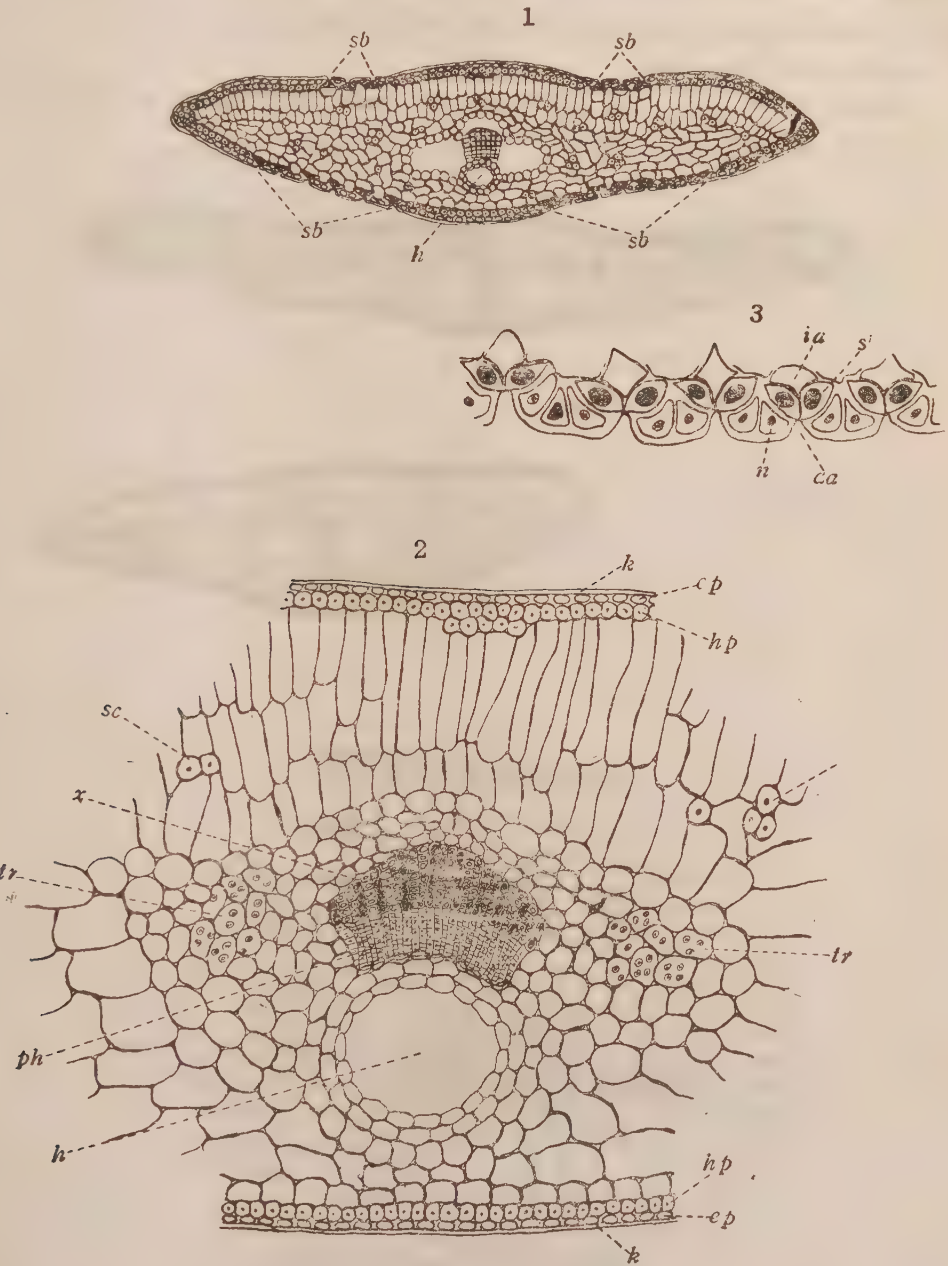
本種爲引進種，分佈中國南部各省。

〔葉之橫切面〕：爲紡綞形，外皮厚，表皮細胞膜薄而排成一層，下皮成一層或二層，此等細胞膜肥厚而內腔受壓迫成爲點狀，細胞膜有縱溝而與內腔相連。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，但亦有更在上面中肋兩側成二條氣孔帶，而總共計

爲四條氣孔帶者，在下面之氣孔帶長度常較上面者長。在氣孔帶之各個氣孔分佈密。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在葉之上面由一或二層之細胞所成，下面即不發達，海綿狀組織位於內部，葉肉組織內有許多纖維狀之厚膜細胞，此等細胞爲單獨散在或二至數個聚成團狀，其性質與下皮細胞略同。



第三十四圖　巒大杉 Cunninghamia Konishii Hay.

1＝葉之橫切面×18；2＝同上（中肋部分）×90；3＝氣孔帶之橫切面×180； aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝纖維厚膜細胞，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

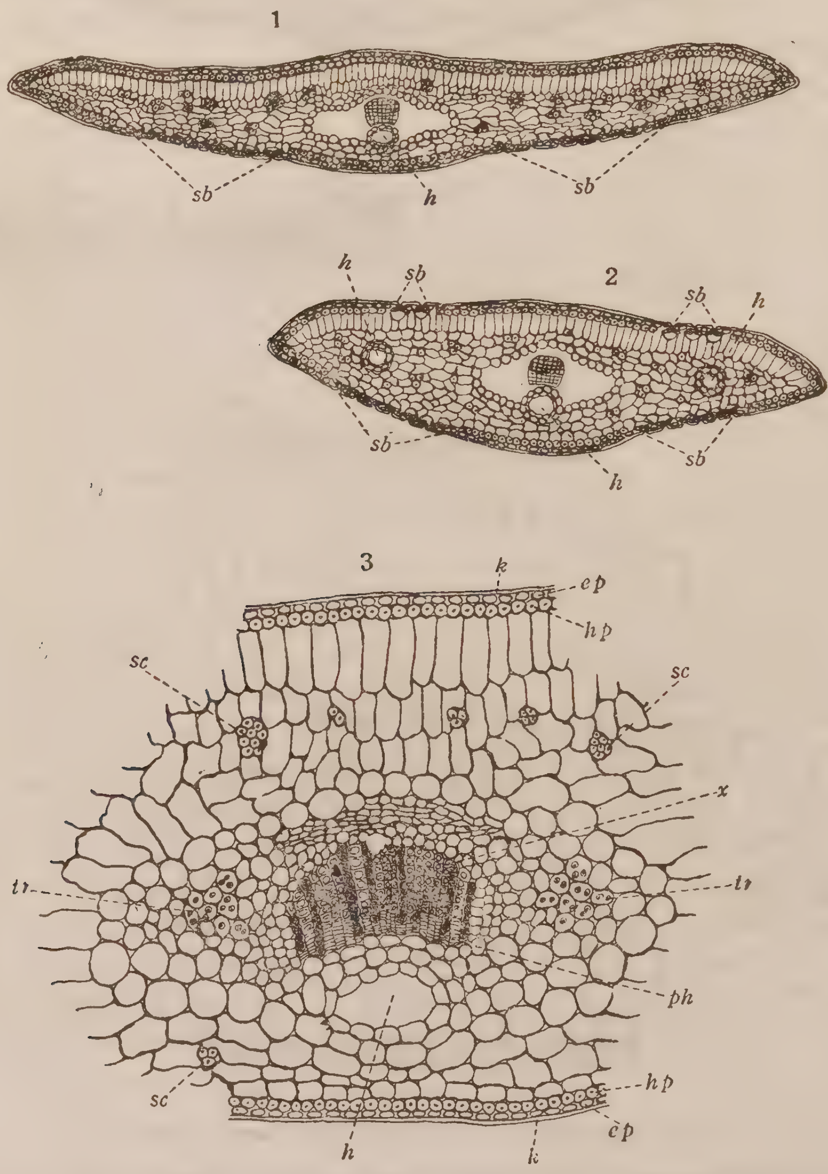
〔維管束〕：約成四方形，射出線有數條貫通其內，維管束之左右方有由假導管細胞所成之移入組織。其下方即與脂管相接。無內皮，維管束之周圍爲周緣層細胞所塡。

〔脂管〕：正脂管一個，位於維管束下方，保護鞘由一或二層之細胞所成，有的有副脂管二個，位於中肋兩側之葉肉內。其保護鞘由一層之細胞所成，副脂管常較正脂管小。

36. 水杉 Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng（第三十六圖）

本種爲引進種，分佈中國四川。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，上皮（外皮）厚，表皮由一層之橢圓形細胞所成，下皮殆無，祇在上面中央部有 3~4 個厚膜細胞。



第三十五圖 杉木 Cunninghamia lanceolata Hook.

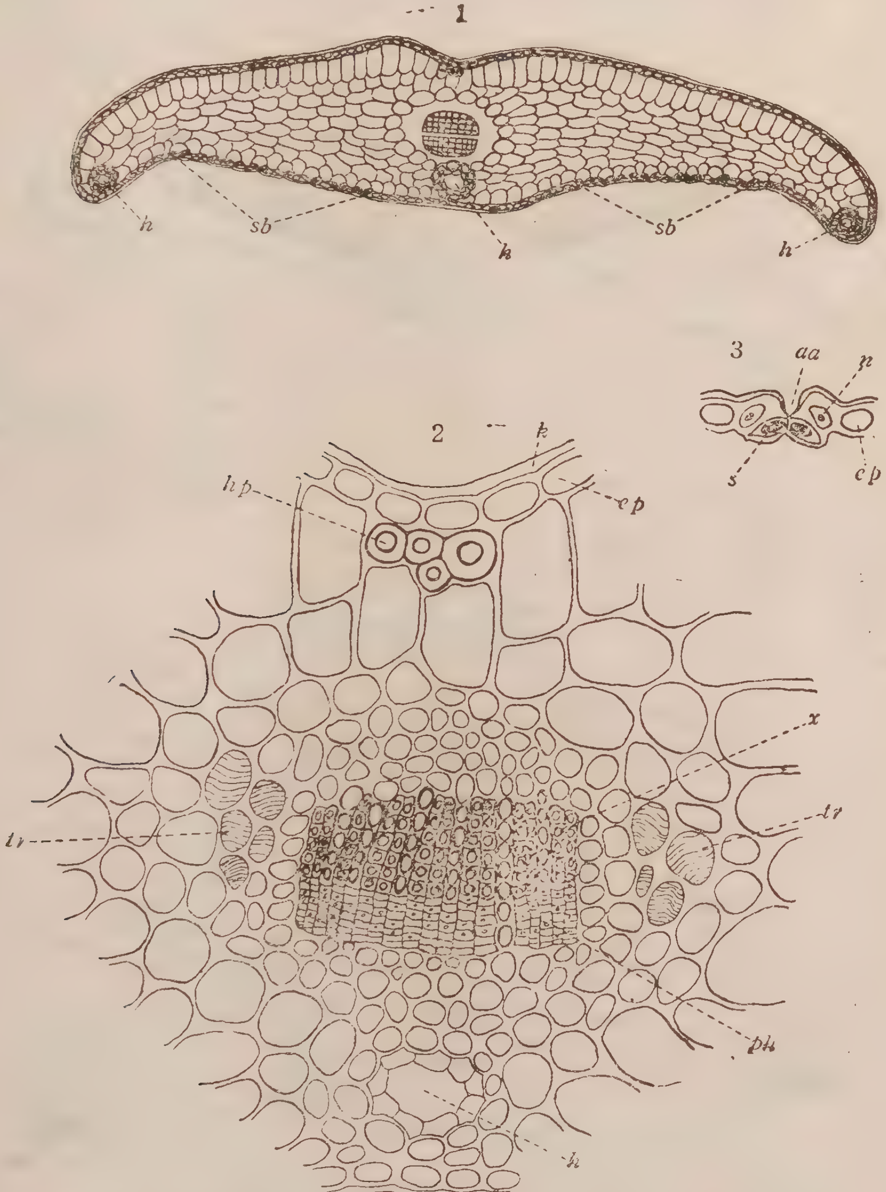
1，2＝葉之橫切面×18；3＝同上（中肋部分）×90；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝纖維厚膜細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔氣孔〕：在葉之下面中央兩側成二條氣孔帶。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面發達，而由 1~2 層之細胞所成，下面卽不發達，海綿狀組織在內部。

〔維管束〕：成四方形，木質部在上方，而篩管部在下方，其中有 4~6 條射出線，無內皮。

〔脂管〕：三個，均密着表皮，一個在維管束之下方，另二個各在兩邊緣之極端。保護鞘由一層之細胞所成。



第三十六圖　水杉 Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng

1＝葉之橫切面×36；2＝同上（中肋部分）×180；3＝氣孔之橫切面×180；aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

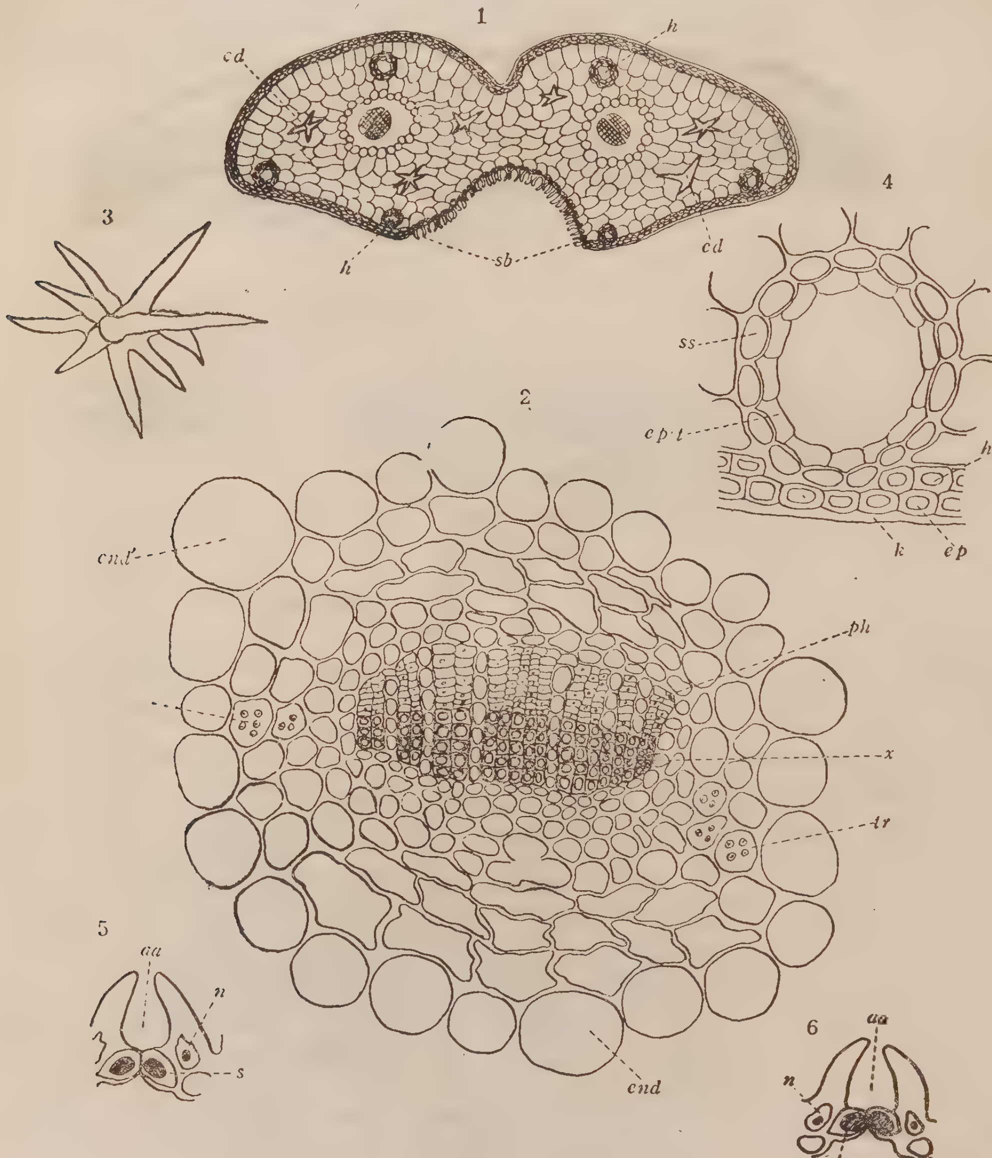
37. 日本金松 Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc.（第三十七圖）

本種爲引進種，分佈日本。

〔葉之横切面〕：成倒皿形，在中央部之上下兩面均凹下，表皮細胞橢圓形而排成一層，其細胞膜薄而不木質化，下皮細胞亦排成一層，其細胞膜薄，横切面爲不規則之四方形。

〔氣孔〕：在中央部下面之凹下處成氣孔帶，氣孔之副細胞有手指狀突起而掩護保護細胞。

〔葉肉〕：可分爲栅狀組織與海綿狀組織，栅狀組織在上面約自二層之細胞排成，海綿狀組織在內



第三十七圖 日本金松 Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc.

1＝葉之横切面×15；2＝維管束之横切面×150；3＝星狀異形細胞×75； 4＝脂管之横切面×150；5，6＝氣孔之横切面×150；aa＝外呼吸孔，ed＝異形細胞，end′＝準內皮，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，ss＝保護鞘細胞，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

部。葉肉組織有不規則之星狀細胞散在。

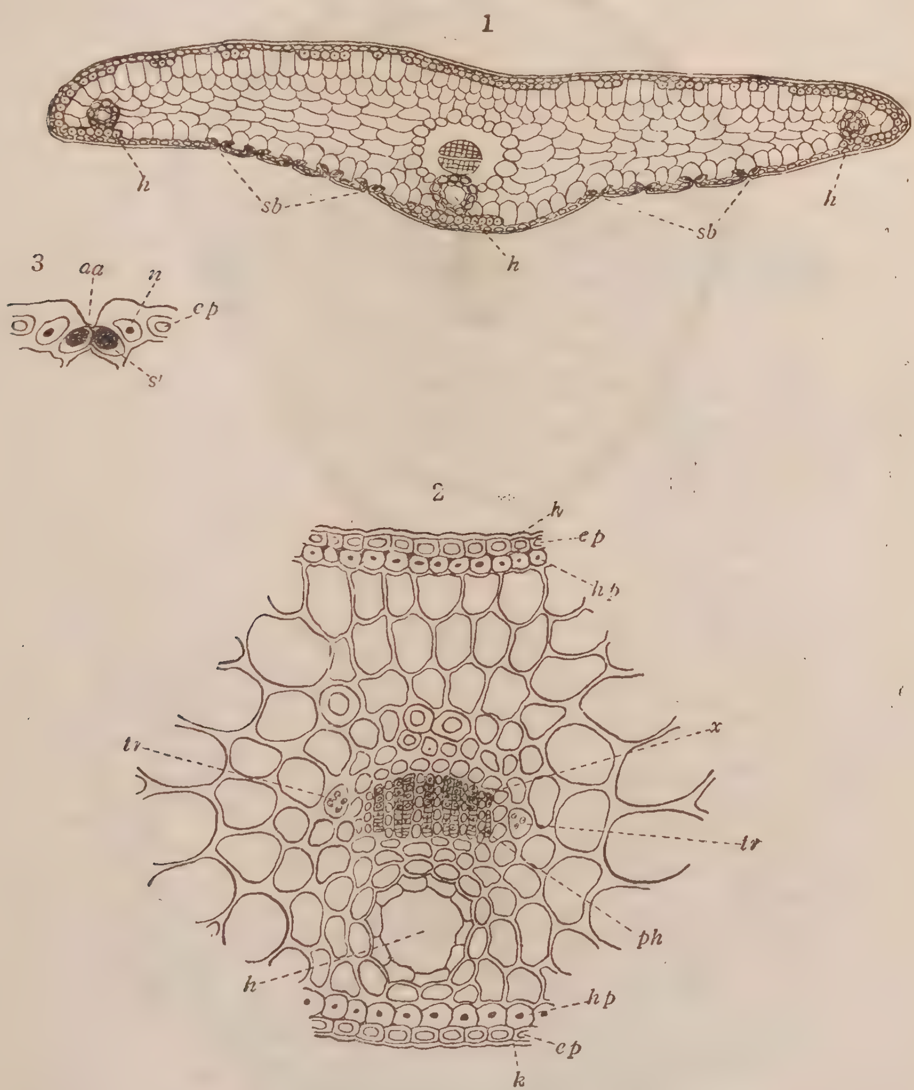
〔維管束〕：有二個，各維管束成橢圓形，其中有數條（3～6條）射出線，篩管部在上面，而木質部在下面，移入組織位於木質部之兩側，由具有重紋孔之假導管細胞所成。

38. 加里福尼亞紅杉 Sequoia sempervirens Endl.（第三十八圖）

本種爲引進種，分佈北美加州。

〔葉之横切面〕：爲舟狀形，外皮厚，表皮細胞一層，下皮細胞爲纖維狀之厚膜細胞，亦排成一層，但不連續而有許多間隔。

〔氣孔〕：在葉之下面中肋兩側成二條氣孔帶，有氣孔 4～7 個，密佈。



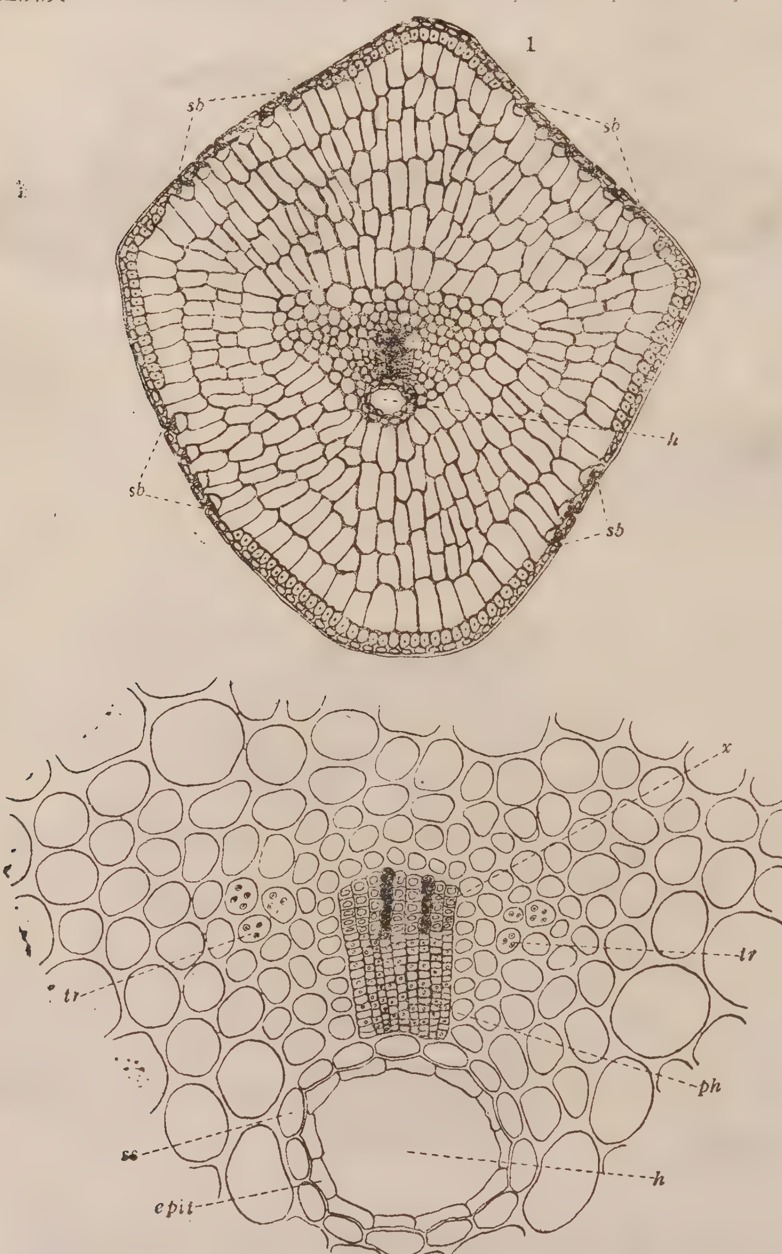
第三十八圖　加里福尼亞紅杉 Sequoia sempervirens Endl.

1＝葉之横切面×55；2＝同上（中肋部分）×135；3＝氣孔之横切面×180；aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面排成一或二層，下面不發達，海綿狀組織在內部。

〔維管束〕：一個：成橢圓形至長方形，有 4~6 條射出綠質通其內，維管束之上方約有 3~4 個厚膜細胞，下方即與脂管相接。無內皮，維管束周圍爲周緣層細胞所包圍。

〔脂管〕：三個，均密着下皮，其中一個位於維管束之下方，另二個各位於下面兩邊緣處，保護鞘由一層之細胞所成。



第三十九圖　臺灣杉 Taiwania cryptomerioides Hay.

1＝葉之橫切面×40；2＝維管束之橫切面×160；epit＝分泌細胞，h＝脂管，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，tr＝移入組織，ss＝保護鞘細胞，x＝木質部。

39. 臺灣杉 Taiwania cryptomerioides Hay. (第三十九圖)

本種爲臺灣之自生種，分佈中國雲南。

〔葉之橫切面〕：成四菱形，外皮甚厚，表皮細胞小，成縱四方形，細胞膜薄而排成一層，下皮細胞亦排成一層，此等細胞較表皮細胞大，而成爲纖維狀之厚膜細胞，細胞膜有縱溝而與內腔相連通。

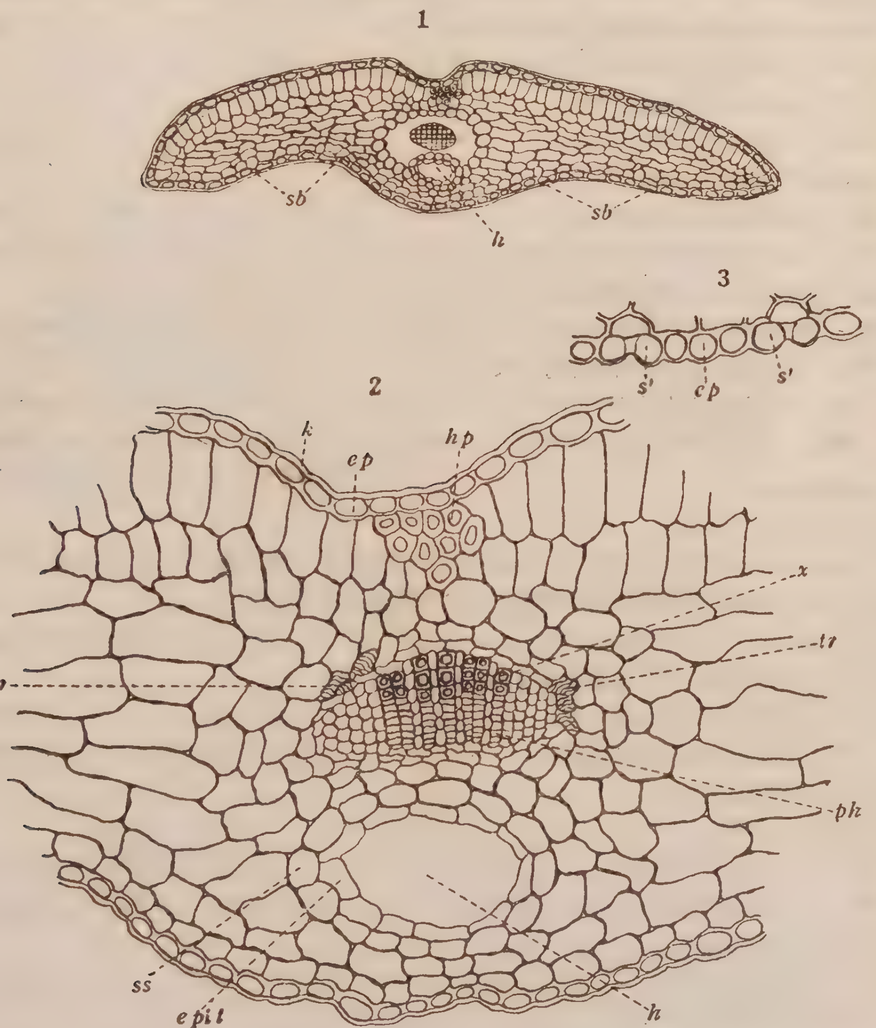
〔氣孔〕：在菱形之上下、左右四邊成氣孔帶共計有四條，在上面之二條氣孔帶較下面者寬。

〔葉肉〕：無柵狀組織與海綿狀組織之分，但靠近邊緣之細胞略成柵狀排列。

〔維管束〕：一個，成縱四方形，木質部在上方，四方形，有 2~3 條射出線貫通其內，篩管部在下方亦成四方形，但其四方形之高度較木質部大。無內皮，維管束之周圍爲周緣層細胞所包圍。維管束下方即與脂管相接。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方，其半徑約與維管束同。保護鞘由一層之細胞所成。

40. 美國水松 Taxodium distichum Rich. (第四十圖)



第四十圖　美國水松 Taxodium distichum Rich.

1＝葉之橫切面×44；2＝同上（中肋部分）×176；3＝氣孔帶之橫切面×176；ep＝表皮，epti＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，ss＝保護鞘細胞，s′＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

本種爲引進種，分佈北美南部。

〔葉之橫切面〕：爲倒舟形，中央部上面凹下，而下面凸出。表皮細胞橢圓形而排成一層，無下皮。

〔氣孔〕：在下面中肋兩側成兩條氣孔帶，氣孔之長軸與中肋成直角。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在上面由一層或二層之細胞所成，海綿狀組織在內部。

〔維管束〕：一個，成橢圓形，射出線有 2~4 條，無內皮。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方，脂管內常有黃色之樹脂，保護鞘由一層之細胞所成。

Ⅶ 柏木科 Cupressaceae

檢索表：

A. 葉爲針狀葉。
 B. 移入組織之假導管細胞紋孔無虫狀突起。……山柏 (52)
 BB. 移入組織之假導管細胞紋孔有虫狀突起。
  C. 保護鞘由一層之細胞所成。
 D 維管束下方無厚膜細胞。…… 清水山檜 (49)
 DD 維管束下方有厚膜細胞。
   E. 維管束木質部較篩管部小。……刺柏 (50)
   EE. 維管束木質部與篩管部約同大。…… 綠背刺柏 (51)
  CC. 保護鞘由二層之細胞所成。
   D. 維管束木質部較篩管部小。……塔柏 (47)
   DD. 維管束木質部與篩管部約同大。
    E. 下皮細胞之內腔大。……龍柏 (46)
    EE. 下皮細胞之內腔小。……偃柏 (48)

AA. 葉爲鱗狀葉。
 B. 無側葉與中葉之分。
  C. 橫切面爲三角形，脂管位於葉肉組織內，假導管細胞有單紋孔。……菱苞澳洲柏 (41)
  CC. 橫切面爲圓形或橢圓形，脂管密着下皮，假導管細胞有重紋孔。
   D. 葉下面（外面）中央部鈍突。…… 偃柏 (48)，清水山檜 (49)
   DD. 葉下面（外面）中央部凹下。
    E. 葉肉組織內有厚膜細胞。……龍柏 (46)
    EE. 葉肉組織內無厚膜細胞。……塔柏 (47)
 BB. 有側葉與中葉之分。
 C. 側葉爲三角形。
   D. 下皮細胞較大。……臺灣扁柏 (44)
   DD. 下皮細胞較小。……日本扁柏 (43)
 CC. 側葉爲箭頭形。
   D. 側葉鈍或凹下。……側柏 (55)
   DD. 側葉尖銳。
    E. 向莖之一側面有氣孔。……臺灣肖楠 (54)
    EE. 向莖之一側面無氣孔。……紅檜 (42)

41. 菱苞澳洲柏 *Callitris rhomboidea* R. Br.（第四十一圖）

本種爲引進種，栽培在蓮華池。

〔葉之橫切面〕：先端之游離部分爲三角形至新月形，下部之葉束部（三葉一束）爲三角形，外皮厚，表皮細胞圓形至卵形，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在葉之下面（外面）近邊緣處各有 1~2 個氣孔。

〔葉肉〕：葉肉細胞之靠近邊緣者略成柵狀組織。

〔維管束〕：維管束退化而難於判明木質部與篩管部，維管束之左右兩側有由單紋孔假導管細胞所成之移入組織，在葉束部爲三葉着生在小枝上而與之合生。

〔脂管〕：一個，位於維管束下方，在葉束部即共計有三個脂管，保護鞘由一層之細胞所成。

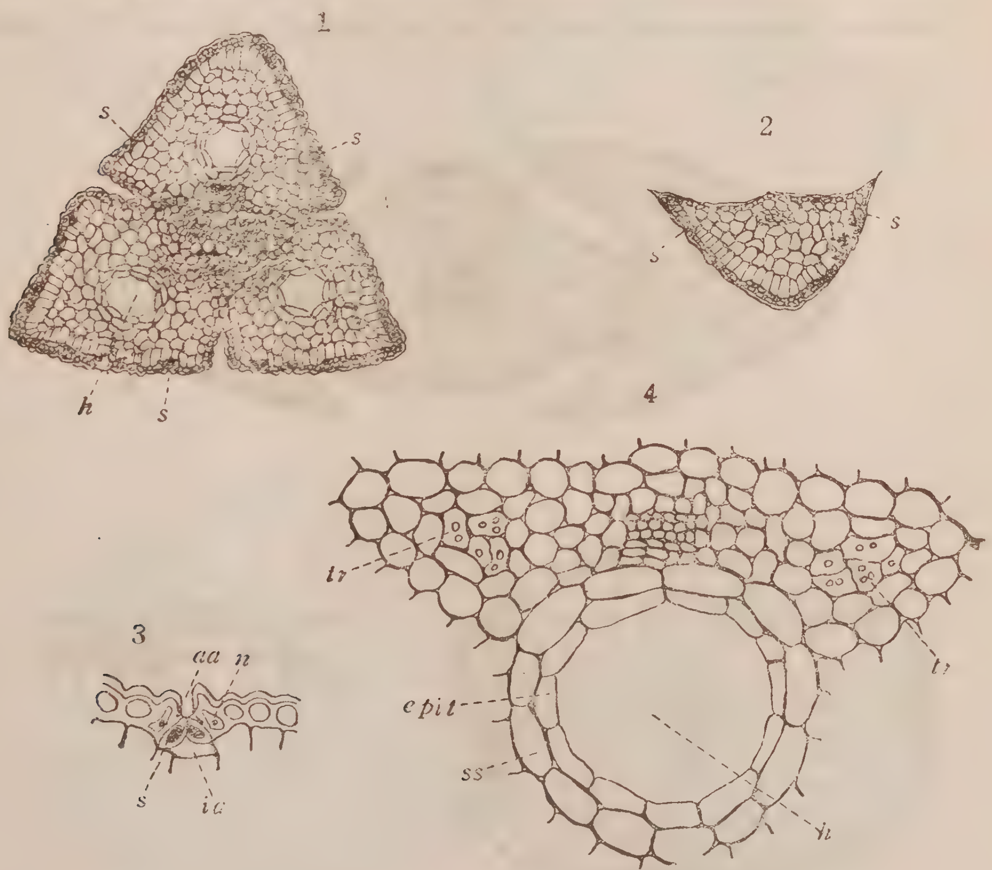
42. 紅檜 Chamaecyparis formosensis Matsum. (第四十二圖)

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：側葉爲箭頭形，中葉爲半圓形，表皮細胞長方形至橢圓形，下皮由纖維狀之厚膜細胞所成。

〔氣孔〕：分佈在各鱗狀葉相接近處，表面之裸露部分即無。

〔葉肉〕：近皮層之葉肉細胞爲柵狀排列，內部之葉肉細胞中常有厚膜細胞混在。



第四十一圖　菱苞澳洲柏 Callitris rhomboidea R. Br.

1＝葉束部之橫切面×50；2＝葉先端（游離部分）之橫切面×50；3＝氣孔之橫切面×200；4＝脂管與退化維管束之橫切面×200；aa＝外呼吸孔，epit＝分泌細胞，h＝脂管，ia＝內呼吸孔，n＝副細胞，s＝氣孔，ss＝保護鞘，s'＝閉塞細胞，tr＝移入組織。

〔維管束〕：在葉之上部與中央部位之維管束為極端退化，只在下部之橫切面略可判明維管束之痕跡，但其木質部與篩管部亦不分明。

〔脂管〕：側葉與中葉均各有一個脂管，而位於葉肉組織內。

43. 日本扁柏 Chamaecyparis obtusa Sieb. et Zucc. (第四十三圖)

本種為引進種，分佈日本。

〔葉之橫切面〕：側葉為三角形，中葉為半橢圓形，下皮細胞常較表皮細胞小。

〔氣孔〕：分佈在各鱗狀葉相接近處，氣孔之外呼吸孔常有蠟粉。

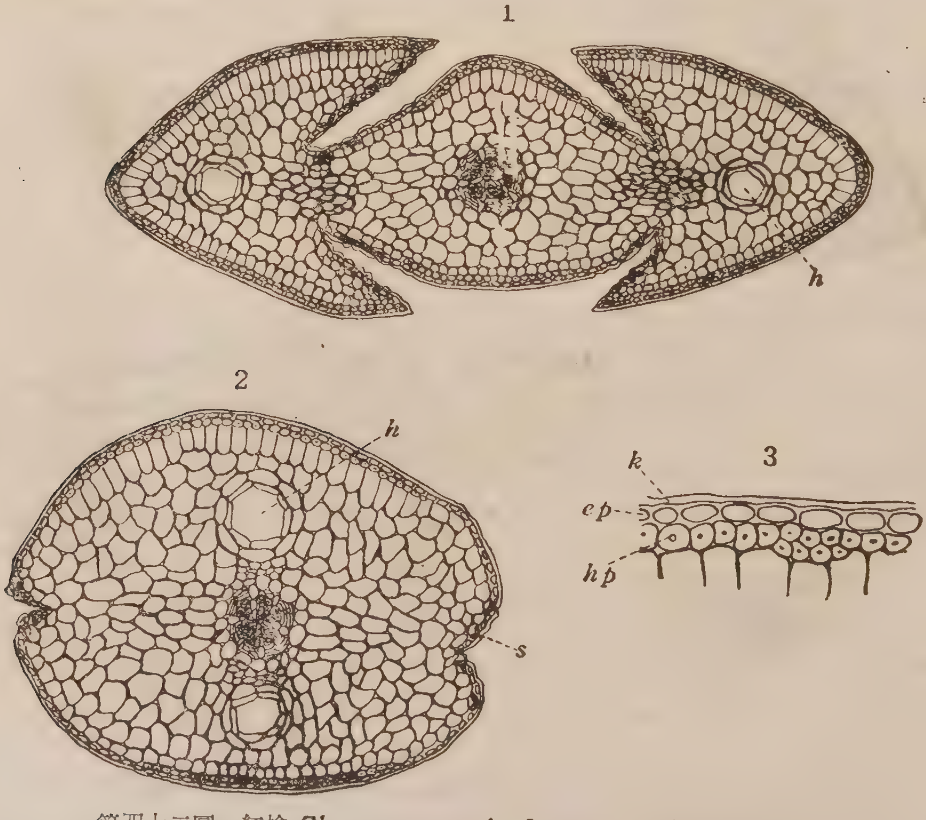
〔葉肉〕：靠近表皮部分之葉肉細胞均成為柵狀排列，其向太陽之一側面（在其生長之自然狀態而言）尤為發達。

〔維管束〕：退化而不明，其退化之痕跡與小枝接近，維管束在鱗狀葉之基部較明顯而略可判明其木質部與篩管部。

〔脂管〕：各鱗狀葉有一個脂管，側葉之脂管常偏在向太陽之一側面（在其生長之自然狀態而言）之葉肉組織內。

44. 臺灣扁柏 Chamaecyparis taiwanensis Masamune et Suzuki (第四十四圖)

本種為臺灣之特產種。



第四十二圖　紅檜 Chamaecyparis formosensis Matsum.

1 ＝側葉之橫切面×50；2＝中葉之橫切面×50；3＝ 表皮層之橫切面×200；ep＝ 表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），s＝氣孔。

〔葉之橫切面〕：側葉爲三角形，中葉爲半圓形或半橢圓形至新月形，下皮細胞爲纖維狀之厚膜細胞，與表皮細胞約同大或較小。

〔氣孔〕：分佈在各鱗狀葉相接近處，常有蠟粉。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉細胞約成爲柵狀排列，其向太陽之一側面（在其生長之自然狀態而言）尤爲發達，葉肉常有厚膜細胞混在。

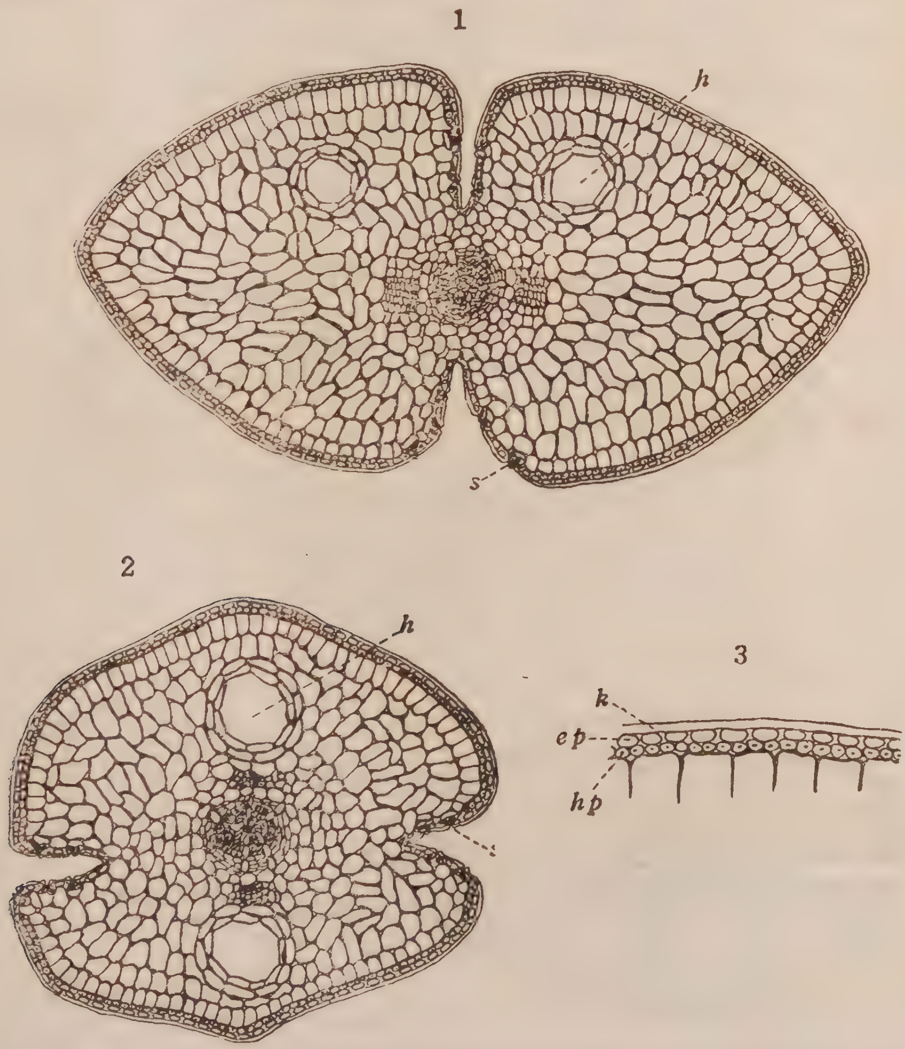
〔維管束〕：維管束退化而難於判明，僅在葉之基部略可判出其痕跡，退化維管束常與小枝接近。

〔脂管〕：通常各鱗狀葉有一個脂管，很少有一鱗狀葉中有二個至三個者。

45. 檜柏（圓柏）Juniperus chinensis L.

本種爲引進種，分佈中國及日本。

〔葉之橫切面〕：爲角形，表皮由一層之細胞所成，下皮亦成一層，但在左右兩角隅即成爲二或三



第四十三圖　日本扁柏 Chamaecyparis obtusa Sieb et Zucc.

1＝側葉之橫切面×50；2＝中葉之橫切面×50；3＝表皮層之橫切面×200；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），s＝氣孔。

層，此等細胞成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在葉之上面中肋左右兩側成兩條負氣孔帶，副細胞突出而構成明顯之外呼吸孔，常有蠟粉。

〔葉肉〕：葉肉細胞在下面與上面中肋部成柵狀組織，其他即成爲海綿狀組織。

〔維管束〕：約成四方形，無射出線，移入組織在維管束之左右兩側。無內皮。

〔脂管〕：一個，位於維管束之下方，脂管之下部密着下皮。

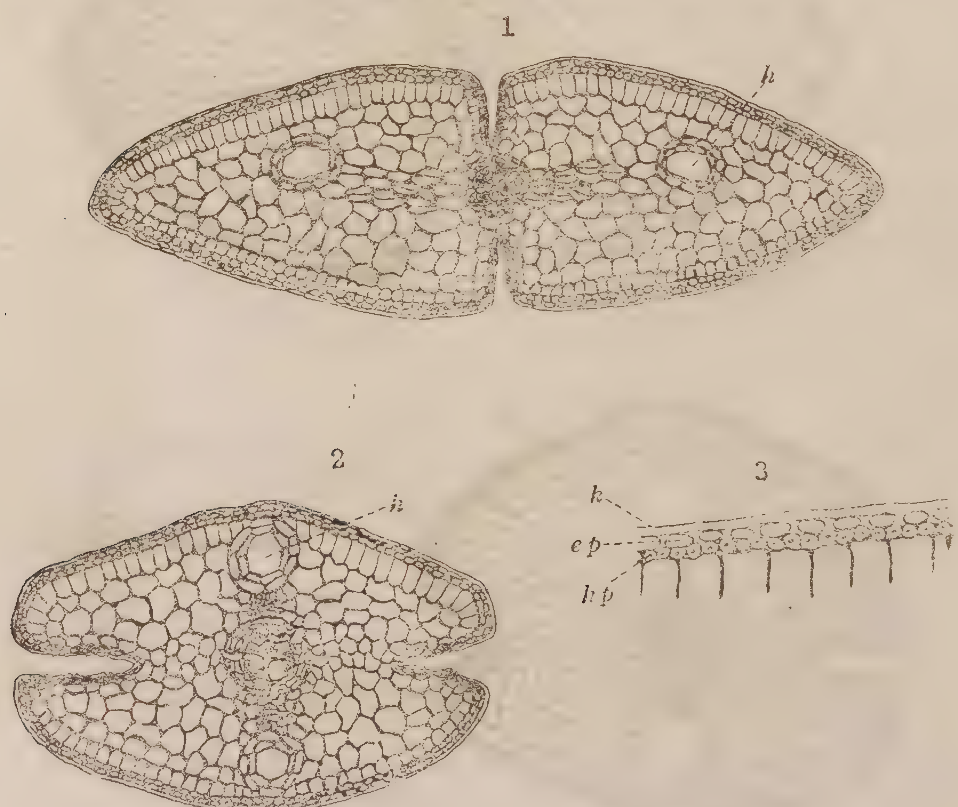
46. 龍柏 Juniperus chinensis L. var. Kaizuka Hort.（第四十五圖，第四十八圖 1.）本變種爲引進種，分佈日本。

〔葉之横切面〕：針狀葉之横切面爲角形，鱗狀葉即成半圓形，表皮與下皮均由一層之細胞所成，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：針狀葉之氣孔在上面中肋部左右兩側成二條氣孔帶，鱗狀葉之氣孔分佈在各鱗狀葉相接近處，有蠟粉。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉細胞成爲柵狀排列，鱗狀葉之葉肉組織有厚膜細胞混在。

〔維管束〕：針狀葉之維管束約成四方形，其左右兩側有移入組織，該組織之假導管細胞紋孔有虫狀突起。無內皮。鱗狀葉之維管束退化而難於判明，但其左右兩側之移入組織却很明顯。



第四十四圖 臺灣扁柏 Chamaecyporis taiwanensis Masamune et Suzuki

1＝側葉之横切面×50；2＝中葉之横切面×50；3＝表皮層之横切面×200；ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮）。

〔脂管〕：一個，位於葉之下面而密着下皮，針狀葉之脂管保護鞘由二層之細胞所成，在鱗狀葉即由一或二層之細胞所成。

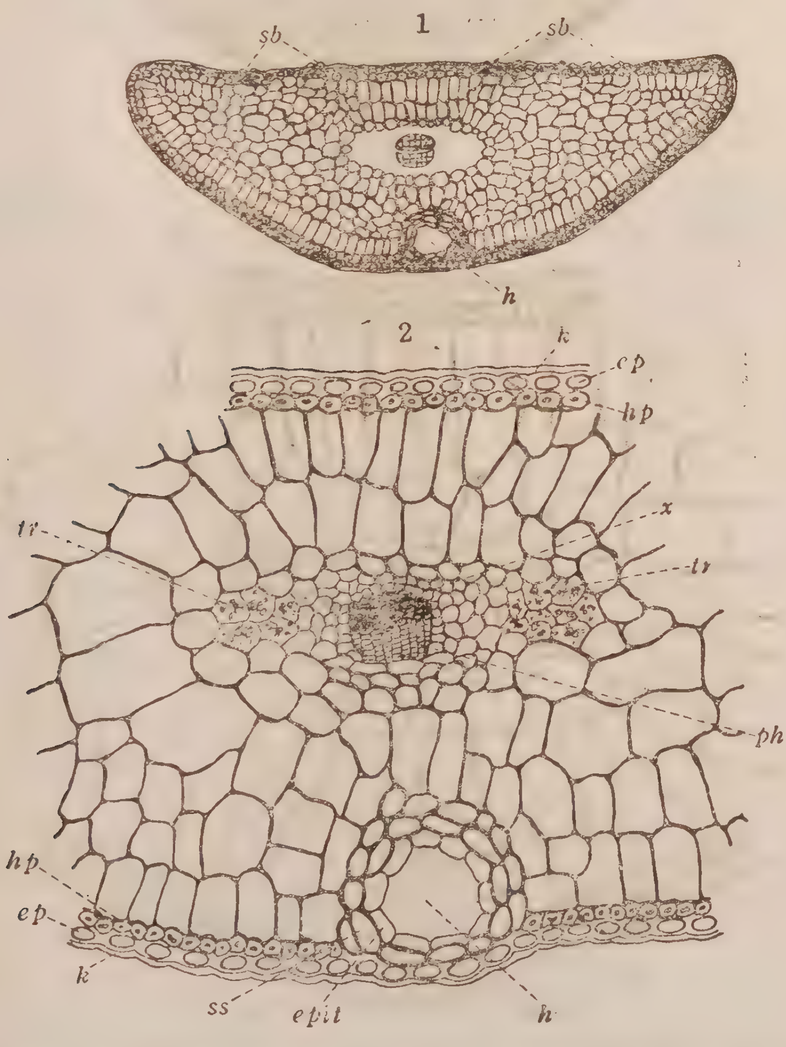
47. 塔柏 Juniperus chinensis L. var. pyramidalis (Carr.) Hort. (第四十六圖，第四十八圖 2)

本變種爲引進種，分佈中國及日本。

〔葉之橫切面〕：針狀葉爲舟形，鱗狀葉爲半圓形，下皮爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：針狀葉之氣孔在葉之上面中肋左右兩側成兩條氣孔帶，副細胞突出而構成外呼吸孔，有蠟粉，鱗狀葉之氣孔分佈在各葉相接近處。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉細胞成爲柵狀排列。



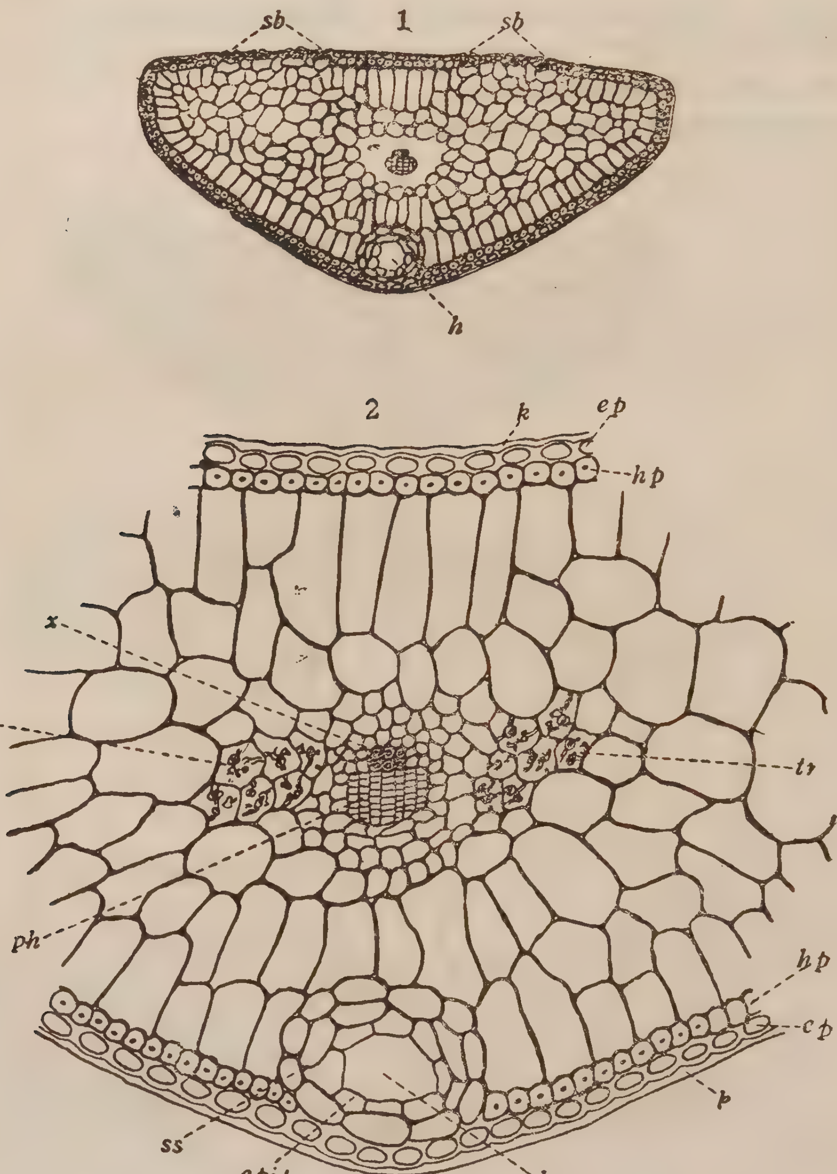
第四十五圖　龍柏 Juniperus chinensis L. var. Kaizuka Hort.

1＝葉之橫切面×50；2＝同上（中肋部分）×150；ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，ss＝保護鞘，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔維管束〕：針狀葉之維管束約成四方形，木質部較篩管部小，其左右兩側有移入組織，該組織之假導管細胞紋孔有虫狀突起。鱗狀葉之維管束退化而不明。

〔脂管〕：一個，位於葉之下面而密着下皮，針狀葉之保護鞘由二層之細胞所成，在鱗狀葉即由一或二層之細胞所成。

48. 偃柏 Juniperus chinensis L. var. Sargenti Henry（第四十七圖，第四十八圖3）



第四十六圖　塔柏 Juniperus chinensis L. var. pyramidalis (Carr.) Hort.

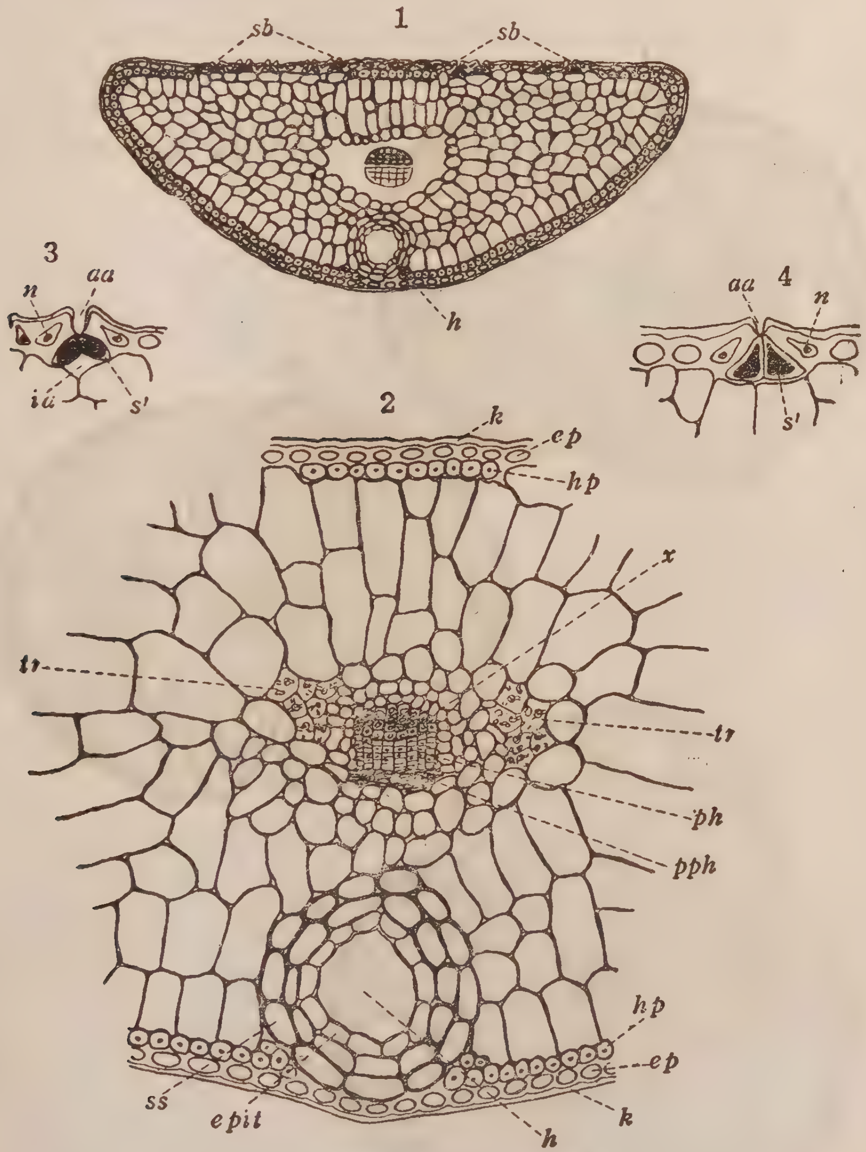
1＝葉之橫切面×50；2＝同上（中肋部分）×150；ep＝表皮，epit＝ 分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，ss＝ 保護鞘，tr＝移入組織，x＝木質部。

本變種爲引進種，分佈中國及日本。

〔葉之橫切面〕：針狀葉爲舟形，鱗狀葉爲半圓形至四菱形，表皮及下皮均排成一層，下皮細胞爲纖維狀之厚膜細胞，較表皮細胞大。

〔氣孔〕：針狀葉之氣孔在上面中肋部分左右兩側成兩條氣孔帶，鱗狀葉即分佈在各葉相接近處及邊緣附近，有蜡粉。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉組織細胞成爲柵狀排列。



第四十七圖　偃柏 Juniperus chinensis L. var Sargenti Henry

1＝葉之橫切面×50；2＝同上（中肋部份）×150；3，4＝ 氣孔之橫切面×200；aa＝ 外呼吸孔，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝ 內呼吸孔，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，pph＝初生篩管部，sb＝氣孔帶，ss＝保護鞘，s'＝ 閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝ 木質部。

〔維管束〕：針狀葉之維管束為圓形，其左右兩側有移入組織，該組織之假導管細胞紋孔有虫狀突起。鱗狀葉之維管束退化而難於判明。

〔脂管〕：一個，位於葉之下面而密着下皮。針狀葉之脂管保護鞘由二層之細胞所成，在鱗狀葉即由一或二層之細胞所成。

49. 清水山檜 Juniperus chinensis L. var. tsukusiensis Masamune（第四十九圖）



第四十八圖

1＝龍柏鱗狀葉之横切面×38；2＝塔柏鱗狀葉之横切面×38；3＝偃柏鱗狀葉之横切面×38；s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，tr＝移入組織。

本變種爲臺灣之自生種，分佈日本屋久島。

〔葉之横切面〕：針狀葉爲舟形，鱗狀葉爲半圓形，表皮及下皮均由一層之細胞所成，下皮細胞膜甚厚而成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：針狀葉之氣孔在上面中肋部分左右兩側成兩條氣孔帶，鱗狀葉即分佈在各葉相接近處（即上面）。

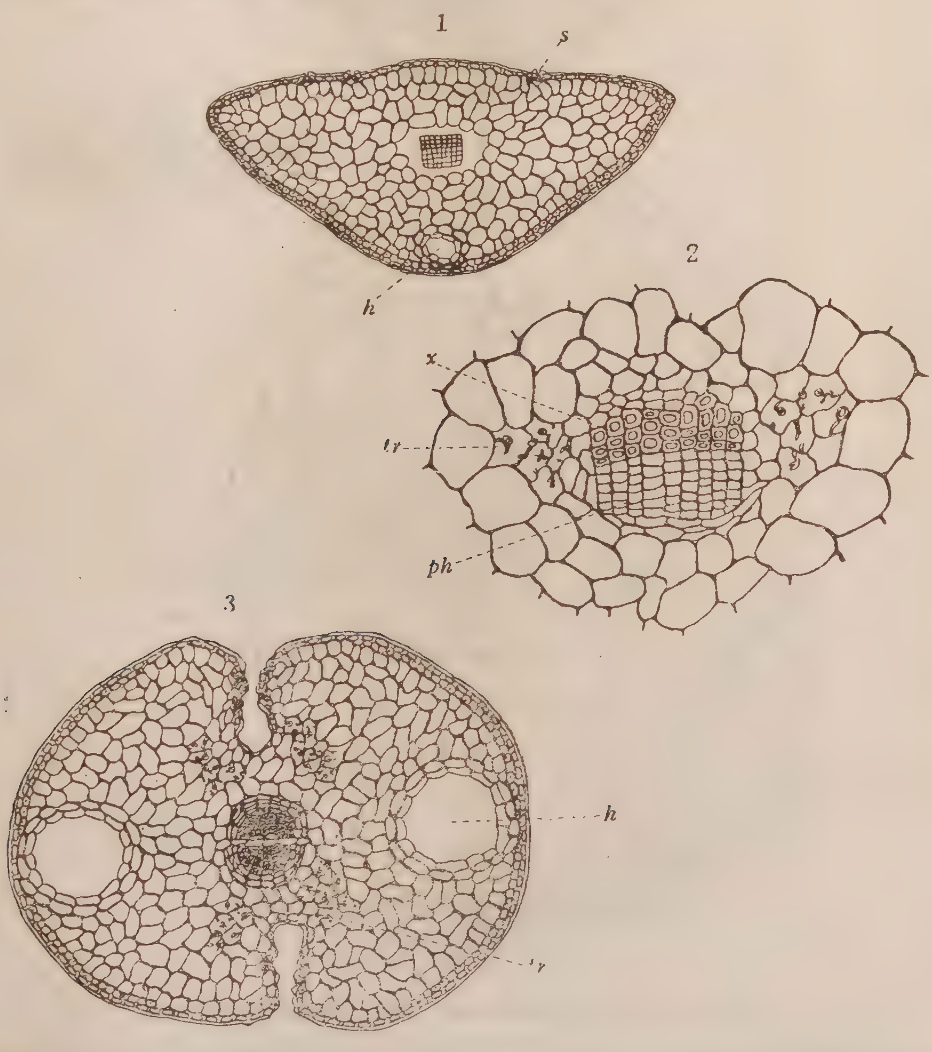
〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉細胞略成柵狀排列。

〔維管束〕：針狀葉之維管束成爲四方形，其左右兩側之移入組織假導管細胞之紋孔亦有虫狀突起。無內皮。鱗狀葉之維管束退化而難於判明，但其左右側之移入組織却很明顯。

〔脂管〕：一個，位於葉之下面而密着下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

50. 刺柏 Juniperus formosana Hay.（第五十圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國及日本。



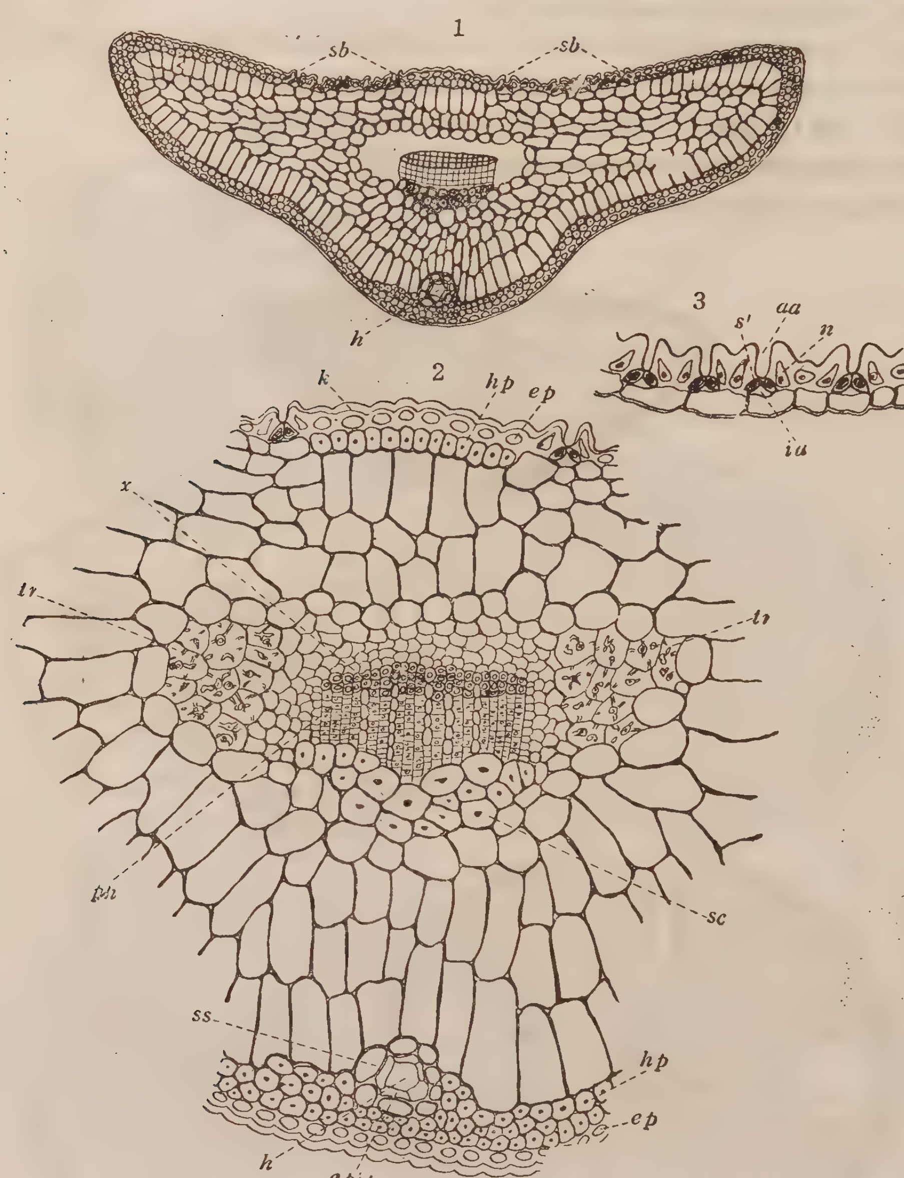
第四十九圖：清水山檜 Juniperus chinensis L. var. tsukusiensis Masamune

1＝針狀葉之横切面×45；2＝同上，維管束部×180；3＝鱗狀葉之横切面×45。h＝脂管，ph＝篩管部，s＝氣孔，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲舟形，外皮厚，表皮細胞圓形，卵形或橢圓形，排成一層，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞，其細胞膜甚厚而內腔殆無或爲點狀。

〔氣孔〕：在葉之上面中肋左右兩側成兩條氣孔帶，每氣孔帶有氣孔3~6 個氣孔，副細胞突出而成外呼吸孔。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織在表皮層周圍約排成一層，海綿狀組織位於內



第五十圖　刺柏 Juniperus formosana Hay.

1＝葉之橫切面×44；2＝同上（中肋部分）×130；3＝氣孔帶之橫切面×130；aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，ia＝內呼吸孔，k＝外表（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，ss＝保護鞘，s'＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

部，在維管束附近成爲放射狀排列。

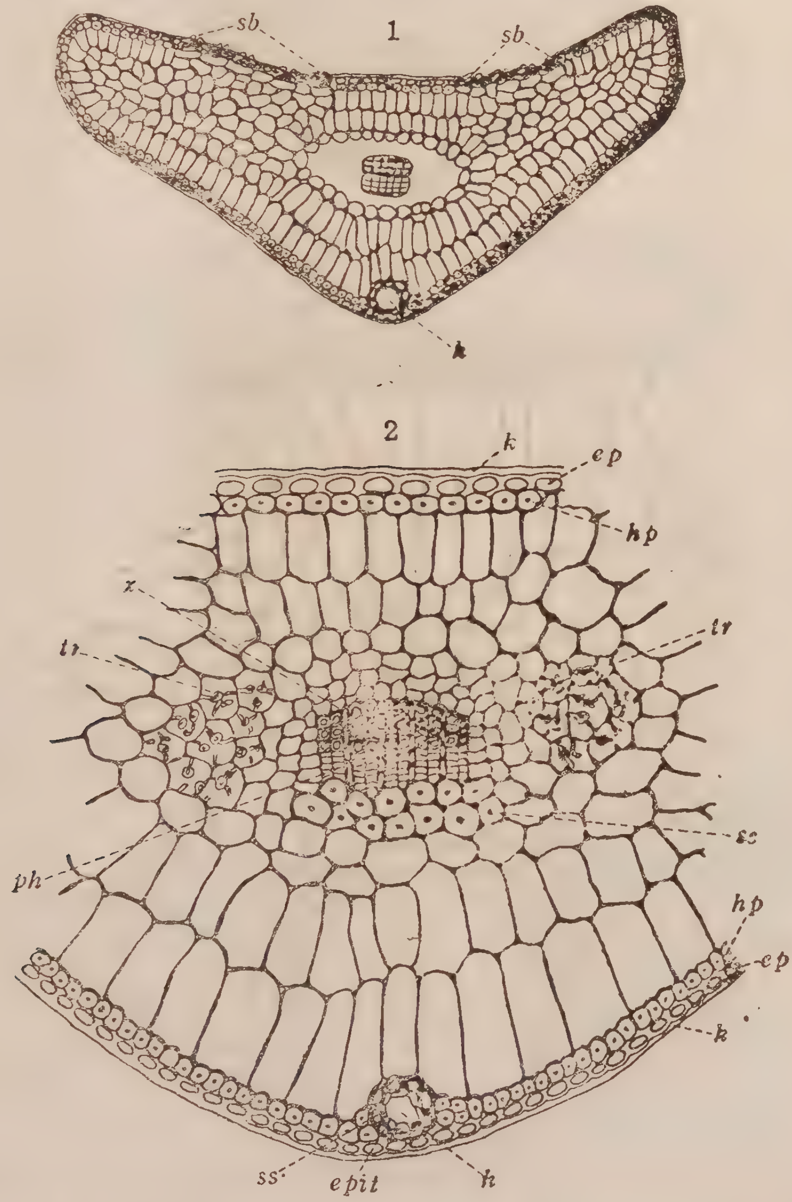
〔維管束〕：橫長方形，維管束之下方有數個纖維狀厚膜細胞，移入組織之假導管細胞紋孔有虫狀突起。無內皮。

〔脂管〕：一個，小，位於下面而密着下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

5

1. 綠背刺柏 Juniperus formosana Hay. var. Concolor Hay. (第五十一圖)

本變種爲臺灣之特產種。

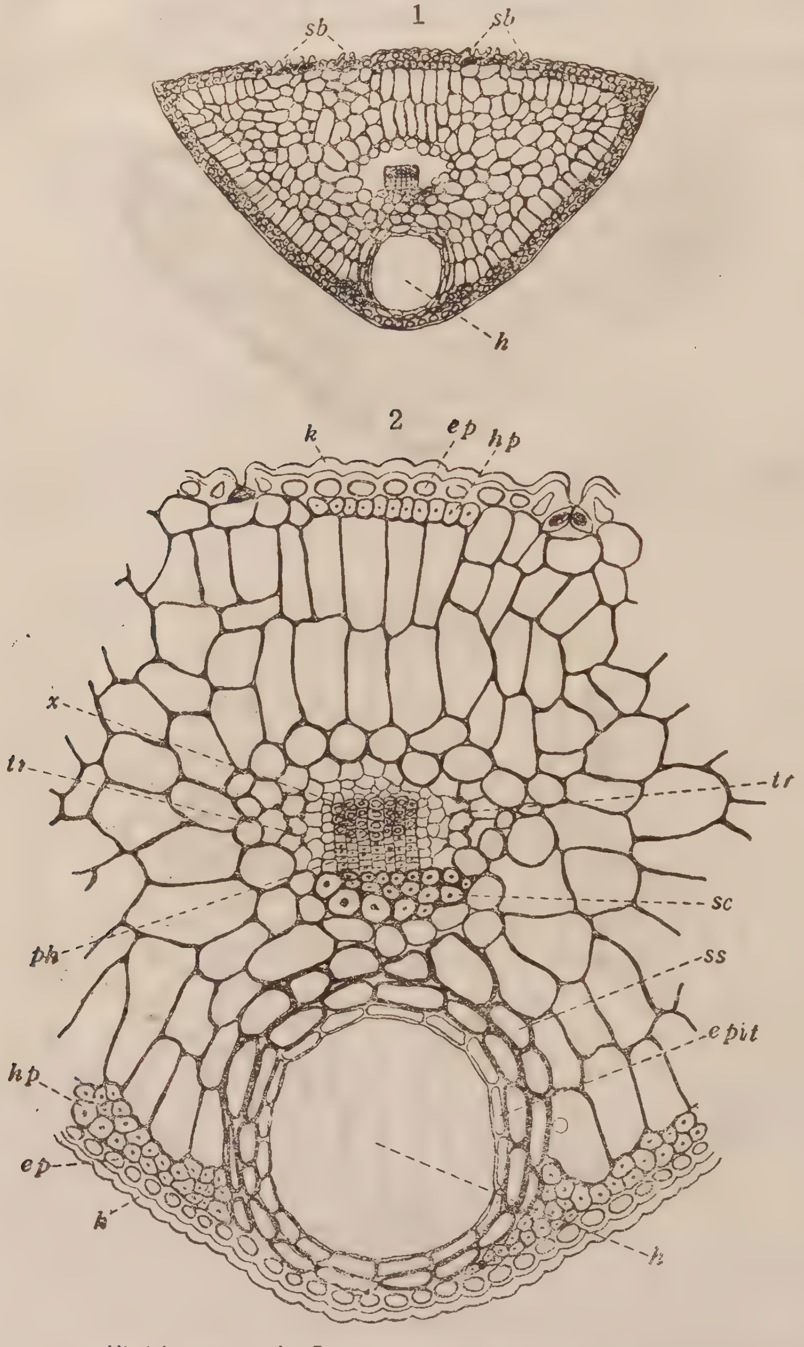


第五十一圖　綠背刺柏 Juniperus formosana Hay. var. Concolor Hay.

1＝葉之橫切面×50；2＝同上（中肋部分）×150；ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，ss＝保護鞘，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔葉之橫切面〕：爲舟狀形，表皮與下皮均由一層之細胞所成，下皮細胞膜肥厚而成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：在葉之上面中肋左右兩側成兩條氣孔帶。



第五十二圖 山柏 Juniperus squamata Lamb.

1＝葉之橫切面×50；2＝同上（中肋部分）×150；ep＝表皮，epit＝分泌細胞，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），ph＝篩管部，sb＝氣孔帶，sc＝厚膜細胞，ss＝保護鞘，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔維管束〕：橫長方形，維管束之下方有數個纖維狀之厚膜細胞。移入組織之假導管細胞紋孔亦有凸狀突起。

〔脂管〕：一個，很小，位於下面中央部而密着下皮，保護鞘由一層之細胞所成。

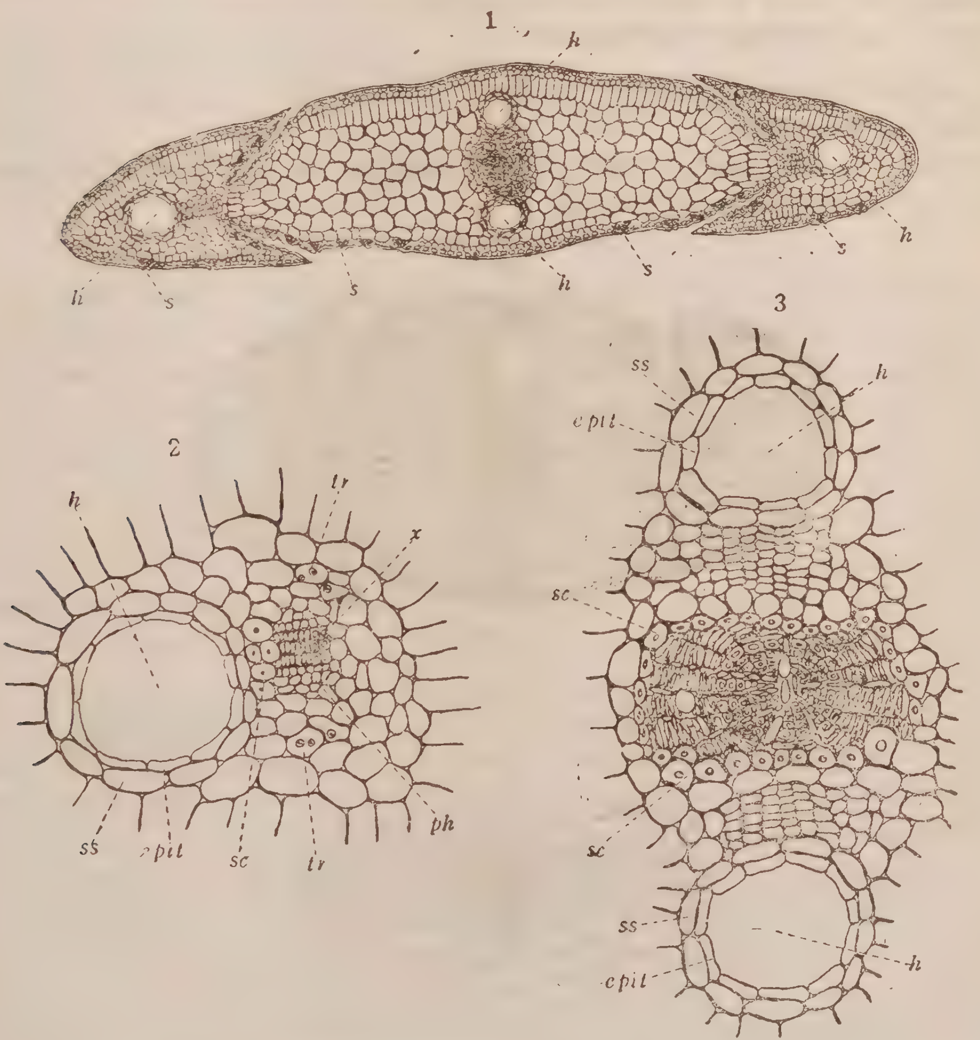
52. 山柏 Juniperus squamata Lamb.（第五十二圖）

本種爲臺灣之自生種，分佈中國。

〔葉之橫切面〕：爲半圓形，外皮厚，表皮細胞橢圓形或四方形，排成一層，下皮亦成一層，此等細胞均成爲纖維狀之厚膜細胞，其內腔殆無或僅爲點狀。

〔氣孔〕：在葉之上面中肋左右兩側成二條氣孔帶，每條帶約有氣孔3~5個氣孔，副細胞突出而成外呼吸孔，有脂粉。

〔葉肉〕：可分爲柵狀組織與海綿狀組織，柵狀組織靠近表皮層，約由一層之細胞所成，海綿狀組



第五十三圖　臺灣肖楠 Libocedrus formosana Florin

1＝葉之橫切面×35；2＝側葉維管束部分之橫切面×175；3＝中葉維管束部分及中心柱之橫切面×175；epit＝分泌細胞，h＝脂管，ph＝篩管部，s＝氣孔，sc＝厚膜細胞，ss＝保護鞘，tr＝移入組織，x＝木質部。

織位於內部。

〔維管束〕：成四方形，其下方有數個厚膜細胞，移入組織位於左右兩側，假導管細胞紋孔無虫狀突起。無內皮。

〔脂管〕：一個，大，位於下面中央部而密着下皮，保護鞘由二層之細胞所成。

53. 鉛筆柏 Juniperus virginiana L.

本種爲引進種。

〔葉之橫切面〕：爲舟形，表皮與下皮均排成一層，下皮細胞膜厚而成爲纖維狀之厚膜細胞。

〔氣孔〕：針狀葉之氣孔在上面中肋左右兩側成兩條氣孔帶。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉細胞約成爲柵狀排列。

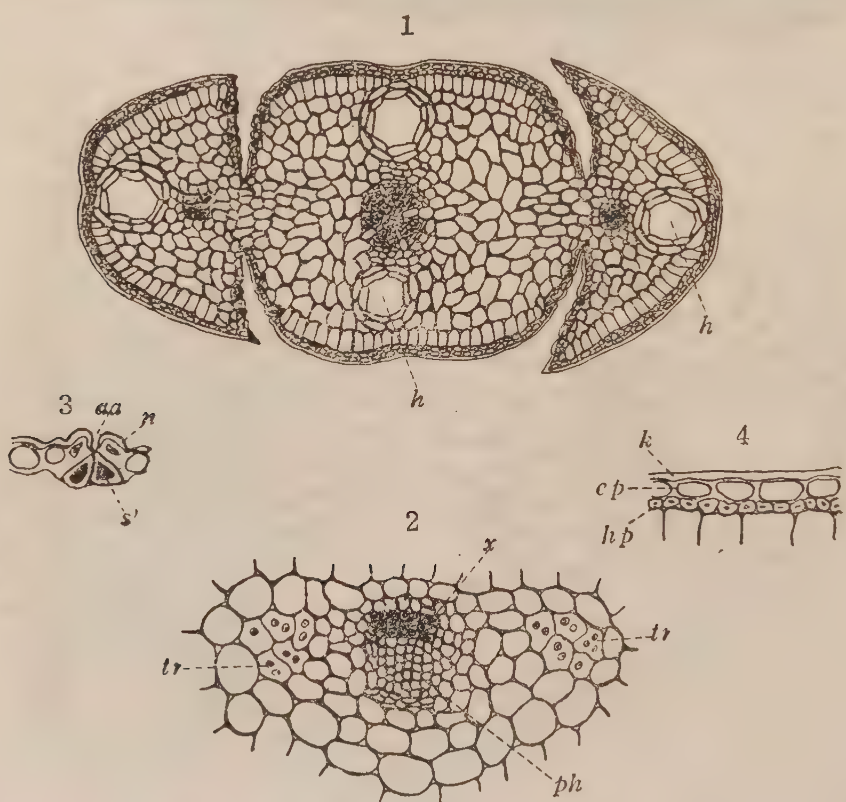
〔維管束〕：四方形，有1~2條射出線貫通其內。無內皮。

〔脂管〕：一個，位於下面中央部而密着下皮。

54. 臺灣肖楠 Libocedrus formosana Florin（第五十三圖）

本種爲臺灣之特產種。

〔葉之橫切面〕：側葉爲箭頭形，中葉即二枚合生而成爲紡綞形，表皮細胞圓形至橢圓形而排成一層，下皮細胞膜厚而成爲纖維狀之厚膜細胞。



第五十四圖　側柏 Thuja orientalis L.

1＝葉之橫切面×50；2＝側葉維管束之橫切面×200；3＝氣孔之橫切面×200；4＝表皮層之橫切面×200；aa＝外呼吸孔，ep＝表皮，h＝脂管，hp＝下皮，k＝外皮（上皮），n＝副細胞，ph＝篩管部，s'＝閉塞細胞，tr＝移入組織，x＝木質部。

〔氣孔〕：分佈在各鱗狀葉之相接近處及向陰之一側面（在其自然生長狀態而言）。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉組織細胞成爲柵狀排列，尤其是向太陽之一側面（在其生長之自然狀態而言）爲發達。

〔維管束〕：側葉之維管束爲四方形，其下方有數個厚膜細胞，移入組織即在維管束之左右兩側方，中葉之維管束退化而接近小枝條，從略可判明其退化痕跡。

〔脂管〕：各鱗狀葉有一個脂管，位於葉肉組織內而與維管束相連接，保護鞘由一層之細胞所成。

55. 側柏 Thuja orientalis L.（第五十四圖）

本種爲引進種，分佈中國。

〔葉之橫切面〕：側葉爲鈍箭頭形，中葉二枚合生而成爲四方形，表皮與下皮均排成一層，下皮細胞成爲纖維狀之厚膜細胞，且常較表皮細胞小。

〔氣孔〕：分佈在各鱗狀葉之相接近處。

〔葉肉〕：靠近表皮層之葉肉組織細胞成爲柵狀排列。

〔維管束〕：側葉之維管束爲縱四方形，其左右兩側有移入組織，中葉之維管束退化而難於判別。無內皮。

〔脂管〕：各鱗狀葉有一個脂管，密着於下皮或位於接近下皮之葉肉組織內。

四、結　　論

以上就葉之解剖所得之各項性質分述於後：橫切面（transverse or cross section）以種類不同其形態亦不一，扁平葉之橫切面爲舟形、倒舟形於至紡綞形，如 Taxus、Cephalotaxus、Podocarpus（Eupodocarpus）、Abies、Keteleeria、Larix、Pseudotsuga、Tsuga、Cunninghamia、Metasequoia、Sequoia、Taxodium 及 Juniperus之針狀葉等，葉爲龍骨狀或針狀者其切面爲四菱形，如 Araucaria、Picea、Cedrus、Cryptomeria及 Taiwania 等，葉爲扁平而寬的即成爲帶狀，如 Amentotaxus、Podocarpus（Nagia）、Agathis 及 Araucaria Bidwillii 等，橫切面爲三角形的有 Pinus（Haploxylon）及 Callitris 等，成爲扇形、半圓形至半橢圓形的有 Pinus（Diploxylon）及 Juniporus 之鱗狀葉等，Sciadopitys 即成爲倒皿形，又 Chamaecyparis formosensis、Libocedrus formosana 及 Thuja orientalis 等之側葉即常成爲箭頭形。

氣孔（stoma）普通分佈在葉之下面（向地或向外之一面）如 Cephalataxus、Podocarpus、Agathis、Araucania Bidwillii、Abies firma、Larix、Pseudotsuga、Tsuga、Metasequoia、Sequoia sempervirens、Sciadopitys（該屬之下面從形態學而論相當於上面）及 Taxodium 等，分佈在上面（向天或向內之一面）的有 Pinus（Haploxylon）及 Juniperus 之針狀葉等，分佈在葉之上下兩面的有 Araucaria、Abies Kawakamii、Cedrus、Keteleeria、Picea、Pinus（Diploxylon）及 Cunninghamia 等，氣孔之副細胞（subsidiary cell）突出而成外呼吸孔（external respiratory cavity），Sciadopitys 之副細胞與表皮（epidermis）成直角而伸出手指狀之突起，此突起被蓋閉塞細胞。

表皮細胞（epidermal cell）排成一層，Pinus 之表皮細胞膜特別肥厚而木質化，其內腔殆無或僅爲點狀，而成爲韌皮纖維狀之厚膜細胞（sclerenchymatous cell），在 Coniferales 中具有此種表皮的只有 Torrya 與 pinus 兩屬。下皮（hypoderma）在 Coniferales 一般均發達，通常由纖維狀之厚膜細胞排成一層，但 Taxus、Amentotaxus 及 Cephalotaxus 等即無之，此等均爲蔭性樹種，又 Larix、Taxodium 及 Metasequoia 等屬之

落葉性樹種即其下皮很不發達，僅在葉之上面中肋部有數個厚膜細胞留其痕跡。Pinus 之下皮最爲發達，東亞原產種如 Pinus Massoniana、Pinus taiwanensis、Pinus Thunbergii、Pinus leuchuensis、Pinus morrisonicola 及 Pinus Armandi 等均由一或二層之厚膜細胞所成。美國原產種如 Pinus palustsis、Pinus taeda 及 Pinus elliotii 等即由二或三層之細胞所成，在此種場合，其下皮之第一層（與表皮細胞相接之一層）由厚膜細胞所成，而其第二第三層（與葉肉細胞相接之一層）即由纖維狀之厚膜細胞所成，其細胞膜極厚而殆無內腔，其性質約與表皮細胞同。

葉肉（mesophyll）可分爲柵狀（柔）組織（palisade parenchyma）與海綿狀（柔）組織（spongy parenchyma），柵狀組織由細長之細胞所成，其細胞細長之理由有二；其一爲增大細胞膜面而俾能含多量之葉綠粒，其二爲易於運搬葉綠粒之生產物即同化澱粉等到葉脈之管束，因在其運搬途中細胞隔壁少。海綿狀組織在葉之下面，其細胞圓形，排列不規則，而構成許多細胞間隙（intercellular space）。在維管束（fibrovascular bundle）—或管束（vascular bundle）周圍之細胞爲細長而以維管束爲中心排成放射狀，此即爲集列細胞（或集聚細胞 callecting cell），在柵狀組織之同化生成物經過此集列細胞達於海綿狀組織，最後運至葉脈。Podocarpus（Eupodocarpus）之葉肉中心部有橫走組織（elongated colorless cell），或稱爲貯水強靱組織及第二次移入組織，即從葉脈向葉緣橫走之一種假導管細胞組織，此種組織之特徵爲其細胞細長而無葉綠素，Cycas 亦有此種組織。

葉肉組織內有特殊之異形細胞（特殊細胞 idioblast）的有 Cephalotaxus、Araucaria、Agathis、Sciadopitys、Abies firma 及 Cunninghamia等，其中 Cephalotaxus、Araucaria 及 Agaehis 之異形細胞爲不規則形之厚膜細胞，Sciadopitys 的即爲星狀之異形細胞，Abies firma 及 Cunninghamia 的爲纖維狀之厚膜細胞。Pinus 及 Cedrus 之葉肉細胞膜有皺襞，因此可加強葉肉及增加綠粒之含量。

內皮（endodermis）在 Pinaceae 甚發達，成爲圓形至橢圓形，尤其是 Pinus、Pseudotsuga、Picea、Larix及Cedrus等最爲明顯而完整，Taxodiaceae 之 Sciadopitys即有二個準內皮而包被左右二個維管束。

維管束普通在葉之橫切面爲一個，但亦有分爲二分束的，如 Abies、Pinus（Diploxylon）、Cedrus 及 Tsuga 等，Sciadopitys 即在其短枝（dwarf shoot）上之二枚葉在其側面互相癒合而成一枚葉，因此成爲完全獨立而完整之二維管束。Araucaria、Agathis 及 Podocarpus（Nagia）即分爲多個分束而並列在橫切面上。Coniferales 之維管束屬於並立管束（側立管束 Collateral vascular bundle），即木質部與篩管部相接而成一個之管束，木質部常在上面而篩管部在下面。

維管束周圍有移入組織（透通組織 transfusion tissue）此組織之細胞無內容物而細胞膜有紋孔或網狀花紋之假導管柔細胞。移入組織與木質部相連絡或相關，有云 Coniferales 之葉脈單一，此組織可補足其通導機能之不全，又有云起因於葉肉組織或內皮之周緣層細胞之一種貯水假導管，其他亦有認爲該組織是木化之柔組織等等。移入組織之假導管細胞膜多爲重紋孔(borderd pit），但在 Podocarpus（Eupodocarpus）、Metasequoia 及 Taxodium 即成爲階段狀（scalariform）、Callitris 爲單紋孔（simple pit），在 Juniperus 之部分樹種有從紋孔分岐之虫狀或喇叭狀突起。

脂管（resin duct；resin canal）除 Taxus 無脂管外其他各樹種均有一個至多個，有一個脂管的有 Amentotaxus、Cephalotaxus、Tsuga、Cryptomeria、Cunninghamia、Metasequoia、Sequoia、Taiwania、Taxodium、Callitris、Juniperus、

Chamaecyparis、Libocedrus 及 Thuja 等，二個的有 Abies、Cedrus、Keteleeria、Larix、Picea、Pseudotsuga、Pinus morrisonicola 等，三個的有 Podocarpus (Eupodocarpus)、Pinus Armandi等，四個或四個以上的有 Podocarpus (Nagia)、Agathis、Araucaria、Pinus 及 Sciadopitys等。脂管由分泌細胞與保護鞘而成，保護鞘由一層或二層之細胞所成。

五、主要參考文献

1. 早田文藏：植物分類學，第一卷裸子植物篇 (1933)
2. 早田文藏、佐竹義輔：日本植物ニ關スル解剖分類學的貢献，植物學雜誌 43 卷 73—106 頁 (1929)
3. 正宗嚴敬、鈴木重良：臺灣產松屬の葉の比較解剖，臺灣博物學會會報 24 卷 135 號 391～396 頁 (1934)
4. 佐竹義輔：日本產モミ屬 (Abies) の葉の解剖分類學的特徵に就て，植物及動物2 卷 5號 896—877 頁 (1934)
5. 金平亮三：臺灣樹木誌
6. 猪野俊平：植物組織學，東京內田老鶴圃 (1956)
7. 林渭訪、鍾補勤、章樂民：臺灣木本植物誌略、臺灣省林試所 (1953)

鉀肥與黃麻養分吸收量及產量之關係

Effects of Potash Dosage on Intake of Nutrients and Yields of Jute

盛澄淵　汪厥明　林銅鐘
C.Y. Sheng　C.M. Wang　T.C. Lin

一、導　　言

黃麻爲製造麻袋之主要原料，臺灣需用麻袋之量甚大，在纖維作物中佔極重要之位置。黃麻在貧瘠土壤不能正常生長，必須表土深厚，肥沃之壤土，或砂質壤土始能生長良好。黃麻吸收養分量甚多，單位面積產量因施肥量增加而隨之增加，故最經濟的施肥量常視黃麻與肥料兩者價格而定。

纖維作物一般需要氮鉀二要素較磷爲多，日本松浦章氏以主要要素分類，以棉列入鉀素作物；苧麻爲氮鉀作物 (1)。若根據 Grandean 氏分析印度黃麻名產地 Bengal 之黃麻莖之三要素養分含量之結果而論，則黃麻應屬於鉀素作物，其分析結果：N 0.346%，P_2O_5 0.247%，K_2O 1.2% (5)。

鉀肥不僅對黃麻增產與改善品質之效果極爲顯著，且可增強對病虫害之抵抗力而得豐產之保險。

黃麻之三要素吸收量與肥料試驗尚無重要文献可查。本省肥料試驗尚不在少數，如臺灣省農業試驗所曾在竹南、臺中、嘉義、臺南與臺東等五地各舉行多年之試驗，似以鉀肥需要量最大 (2)。

鉀肥與病虫害抵抗力之關係，可參考民國 38 年農業試驗所鉀肥效應試驗結果如表 1 所示者 (6)。再如民國 40 年度臺北、嘉義兩地之肥料試驗，黃麻炭疽病在無鉀區及氮多量區爲害最烈，無鉀區之乾麻產量僅達鉀多量區之 8.34%。又嘉義發生綠虫病，無鉀區之乾麻產量僅達無肥區 56.25%，爲鉀多量區之 16.67% (7)。

表 1 鉀肥與病害之關係

供試品種 / 調查項目 / 鉀素施量公斤/公頃	白露		新豐青皮	
	精纖維產量 公斤/公頃	病害死亡率 %	精纖維產量 公斤/公頃	病害死亡率 %
0	724.0	41	1010.4	24
80	1526.4	10	1378.4	7
140	1503.4	4	1583.4	4
200	1493.0	4	1837.6	1

本試驗目的在研究以農民習慣上所施氮素肥料種類與量之情形下，求得鉀肥之合理施用量及黃麻三要素吸收量，以供農民實際施肥與研究工作者之參考。

二、試驗方法

(一) 田間試驗：

1. 供試品種：虎尾青皮七號
2. 試驗地點：彰化縣田尾鄉田尾村 544 號地。
3. 試驗地土壤：為粘質壤土，肥力經測定後其結果如表 2：

表 2 試驗地土壤肥力

測定項目	表　土	底　土
全　氮%	0.18	0.12
有效性磷p.p.m.	70.00	51.00
有效性鉀p.p.m.	16.50	12.00
有機質%	2.60	1.64
pH	7.80	8.20

4. 播種日期及播種量：民國 45 年 4 月 22 日播種，其量以 6 公斤/公頃計算。
5. 處理項目及代號如表 3：

表 3 處理項目及代號（肥料用量為公斤/公頃）

種類 / 施肥量 / 處理代號	堆　肥	N	P_2O_5	K_2O
I	10,000	60	60	0
II	10,000	60	60	50
III	10,000	60	60	100
IV	10,000	60	60	150

6. 施肥種類及其方法：氮肥用硫酸銨，磷肥用過磷酸鈣，鉀肥用氯化鉀。磷鉀肥與半量氮肥用為基肥。基肥在播種前施於植溝內覆以薄土後播種， 播種後再覆以堆肥。於播種後 24 日及 34 日各施氮素追肥一次，同時定株及培土。施追肥及培土日期係視苗之發育情形而定。

7. 田間規劃：每試區為四行區，行長 14.5m，行距 0.45m，每試區面積為 $14.5\times1.8=26.1m^2$。收穫時，行之兩端共去0.5m，兩邊行不計，但仍稱其重量以資參考。 實收面積為 $14.0\times0.90=12.60m^2$，四個不同處理區為一區集，重複十次，每區集內試區按逢機區集法排列。

8. 田間管理及收穫：田間依照一般農家方法管理。開花期之調查係於每試區收穫範圍內逢機指定 16 株測定其平均值。收穫時各試區均秤測生莖及生皮重量，並逢機取3公斤製精洗麻，以求精洗麻收量。

(二) 化學分析： 由各小區內逢機取黃麻 3 整枝，撕取麻皮與麻藁分離後用淨水洗後充分乾燥，各別剪短斷碎均勻混和，再以4分法取部分樣品用磨碎機磨成極細粉末以供分析。 測定水分含

量改算爲乾物含量。用硫酸分解後，用勒氏比色測定全氮（3）。燒灰後，用 Vanadate 比色法測定全磷酸（4）；用 Dipicrylamine 比色法測定全鉀量。

三、田間試驗結果

（一）觀察與調查：

黃麻生育狀況在收穫前雖未經詳細調查，施然鉀區黃麻植株極明顯地可觀察到生長較高，莖徑較粗，其與無鉀之差別與施鉀量之多寡成正比。開花期調查結果如表 4。缺鉀區生長力較弱，縮短生長時期，開花較早而影響收量。本試驗於 8 月 6 日收穫。

表 4 平均開花期

處　理	I	II	III	IV
平均開花月日	3 月 14.5 日	7 月 17.1 日	7 月 19.5 日	7 月 21.1 日

（二）生莖收量分析

1. 收量整理表

處理 / 收量	I	II	III	IV
10 區集平均公斤 /12.6 平方公尺	84.44	94.97	98.10	100.87
公斤/公頃	67,016	75,373	77,857	80,055

2. 變方分析表

變　因	自 由 度	平　方　和	均　方	F 値	理論 F 値
區　集	9	2659.889	295.543	4.783 **	$F_{0.01}=3.14$
處　理	3	1549.253	516.418	8.367 **	$F_{0.01}=7.68$
機　差	27	1656.357	61.335	$S/\sqrt{n}=\sqrt{61.335/10}=2.484$	
總　計	39	5865.499			

**1 %機率水準顯著

3. 兩平均值間顯著性測驗：做 Duncan's (SSR) Method

$$RP=S/\sqrt{n}\times(SSR).05$$

(1) 最短顯著變域

P：	(2)	(3)	(4)
RP：	6.24	7.58	7.79

(2) 結果：

處　理：　I　II　III　IV

平　均：　84.44　94.97　93.10　100.87

由分析之結果得知處理間之差異很顯著，第 I 處理對 II、III、IV 三者均有顯著差異。

（三）生粗皮收量分析：

1. 收量整理表

收量 ＼ 處理	I	II	III	IV
10 區集平均公斤/12.6 平方公尺	30.40	34.13	34.40	37.05
公斤/公頃	24,127	27,087	27,302	29,405

2. 變方分析表

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論F值
區集	9	338.91	37.659	5.309 **	F.01=3.14
處理	3	224.39	74.797	10.685 **	F.01=7.68
機差	27	191.52	7.093	$S/\sqrt{n}=\sqrt{7.093/10}=.832$	
總計	39	754.82			

3. 兩平均值間顯著性測驗：做 Duncan's (SSR) —Method

$$Rp=S/\sqrt{n}\times(SSR).05$$

(1) 最短顯著變域

P：　(2)　(3)　(4)

RP：　2.42　2.54　2.61

(2) 結果：

處　理：　I　II　III　IV

平　均·　30.40　34.13　34.40　37.05

由分析結果，生粗皮產量 I 和 II、III、IV 三者均有顯著差異，II III之間差異不顯著， II IV 及III IV 之間差異顯著。

（四）精洗麻收量之分析

1. 收量整理表

	I	II	III	IV
10 區集平均公斤/12.6 平方公尺	3.396	3.984	4.275	4.466
公斤/公頃	2,695	3,162	3,393	3,544

2. 變方分析表

變　　因	自由度	平方和	均　　方	F 值	理論 F 值
區　　集	9	2.8615	0.3179	1.846	F.05=2.96
處　　理	3	6.5437	2.1812	12.667**	F.01=7.68
機　　差	27	4.6501	0.1722		
總　　計	39	14.0553			

$$S/\sqrt{n}=\sqrt{0.1722/10}=0.1312$$

3. 兩平均值顯著性測驗：做Duncan's (SSR) —Method

$$Rp=S/\sqrt{n}\times(SSR).05$$

(1) 最短顯著變域

P：	(2)	(3)	(4)
Rp：	0.329	0.400	0.411

(2) 結果：

處理：	I	II	III	IV
平均：	3.395	3.984	4.275	4.466

由分析結果知 I 和 II、III、IV 三者均有顯著差異，而 II、III 及 III、IV 間則無之，II IV 間差異亦顯著。

(五) 生藁收量分析

1. 收量整理表

處理 / 收量	I	II	III	IV
10 區集平均公斤 /12.6 平方公尺	54.04	60.84	63.70	63.82
公斤/公頃	42,889	48,286	50,555	50,650

2. 變方分析表

變　　因	自由度	平方和	均　　方	F 值	理論 F 值
區　　集	9	1209.340	134.37	3.587 **	F.05=2.30 F.05=3.26
處　　理	3	630.696	210.232	5.613 **	F.01=2.96 F.01=4.60
機　　差	27	1011.244	37.45	$S/\sqrt{n}=\sqrt{37.45/10}=1.935$	
總　　計	39	2351.280			

3. 兩平均值間統計顯著測驗：倣 Duncan's (SSR) —Method

$$Rp = S/\sqrt{n} \times (SSR)_{.05}$$

(1) 最短顯著變域

P：	(2)	(3)	(4)
Rp：	5.62	5.90	6.07

(2) 結果．

處理．	I	II	III	IV
平均：	54.04	60.84	63.7	63.82

由分析結果麻藥收量 I 和 II、III、IV 三者均有顯著差異，其餘相互間之差異不顯著。

四、三要素吸收量分析結果

麻生皮及生藥經分別測定水分後，再計算 10 區集平均乾物質含量百分率如表 5，各處理間無顯著差異。乾物質中三要素含量經分析後，其平均百分率如表 6，每公頃黃麻三要素吸收量，可由麻皮及麻藥之乾物質中之三要素百分率計算得之，其結果如表 7。

表 5

處　理	I	II	III	IV
麻　皮	19.74	19.72	19.73	19.73
麻　藥	25.03	25.09	25.08	25.03

表 6　乾物質中三要素含量百分率

處	理	I	II	III	IV
N	麻　皮	0.3160	0.3107	0.2435	0.2543
	麻　藥	0.5020	0.3865	0.3313	0.3763
P_2O_5	麻　皮	0.4305	0.3681	0.4071	0.3642
	麻　藥	0.2171	0.2045	0.1648	0.2144
K_2O	麻　皮	0.8959	1.0250	1.3364	1.4556
	麻　藥	0.5269	0.5975	0.8137	0.9036

表 7 每公頃黃麻三要素吸收量

		N kg/ha	P_2O_5 kg/ha	K_2O kg/ha
I	麻皮	15.05	20.53	42.65
	麻藁	54.00	23.35	56.68
	總量	69.05	43.85	99.33
II	麻皮	16.60	19.63	54.64
	麻藁	46.82	24.78	72.39
	總量	63.42	44.44	127.03
III	麻皮	13.12	21.93	71.93
	麻藁	42.01	20.90	103.17
	總量	55.13	42.83	174.15
IV	麻皮	14.75	21.13	84.45
	麻藁	47.80	27.24	114.66
	總量	62 55	48.37	199.11

由此可知，不論麻皮與麻藁中，氧化鉀之含量百分率及單位面積吸收量，與處理之關係極爲顯著，即施鉀量愈多，則不論含量百分率及吸收總量均愈高，此種現象與 Macy's 理論極爲符合 (8) 。黃麻之價值在精洗麻，以其產量而論，有施鉀肥愈多產量愈高之趨勢，惟施 100 公斤與 150 公斤兩處理間差異已不顯著，故Macy 氏所稱臨界分率 (Critical percentage) 在麻皮可能爲 1.45% 左右，麻藁可能在 0.9%左右。磷鉀百分率含量以麻皮高於麻藁，氮則麻藁的百分率含量高於麻皮。自每公頃吸收養分總量來講均以麻藁之含量多於麻皮；以三要素分別論之，則鉀之含量爲最高，氮次之， 磷最少。 麻藁與麻皮中所含三要素總量比例詳見表 8。三要素吸收量比例以氮爲 100，例表如 9。

表 8 麻藁與麻皮中含三要素總量比例

處理	I			II			III			IV		
三要素	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
麻皮%	21.79	46.75	42.93	26.17	44.23	43.01	23.79	51.20	41.33	23.58	43.68	42.41
麻藁%	78.21	53.25	57.07	73.83	55.77	56.99	76.21	48.80	58.67	76.42	56.32	57.59

表 9　三要素吸收量比例

處理		N	P_2O_5	K_2O
I	皮	100.00	136.21	283.39
	藁	100.00	43.24	104.96
	總量	100.00	63.51	143.85
II	皮	100.00	118.43	329.16
	藁	100.00	52.93	154.61
	總量	100.00	70.07	200.30
III	皮	100.00	167.14	548.63
	藁	100.00	49.75	245.22
	總量	100.00	77.68	315.88
IV	皮	100.00	143.25	575.12
	藁	100.00	56.98	239.88
	總量	100.00	77.33	318.32

五、摘要及討論

（一）本試驗目的在研究以農民習慣所施氮素肥料種類及量之情形下，求得鉀肥之合理施用量及黃麻三要素吸收量。

（二）以公頃計算，除施堆肥 10,000 公斤外，氮肥（N）及磷肥（P_2O_5）各 60 公斤，鉀肥（K_2O）分 0、50、100、150 公斤四種不同之處理。

（三）施鉀區植株生長較高，莖徑較粗，缺鉀區生長力弱，縮短生長時期，故開花期較早，相差幾達一週。

（四）無論生莖、生皮、精先麻及生藁之收量，均爲施鉀愈多收量愈高。施鉀與不施鉀間之比較，均有顯著差異。若以精洗麻（收穫之目的）而論，雖施 100 公斤與 150 公斤處理間無顯著差異，惟 50 公斤與 150 公斤處理間差異仍爲顯著。

（五）三要素吸收量以鉀爲最多，氮次之，磷最少，以產量最高處理（150 公斤 K_2O）之每公頃吸收量計 N62 公斤，$P_2O_5$48 公斤，K_2O199 公斤，其比例爲 100 : 77 : 318，鉀約爲氮之三倍。

（六）鉀肥用量愈多，麻皮與麻藁中含鉀百分率愈多，單位面積收量亦增，此種結果與 Macy's 理論頗爲符合，雖Macy's理論對陽游子而論，並不能完全適用，惟 Macy 氏所謂之臨界百分率，以K_2O而論，由本試驗觀之，在麻皮可能爲 1.45%左右，惟尚難遽作定論。

（七）依報酬漸減律，施肥量愈多，每單位肥料增產値愈小。本試驗結果亦依鉀肥之增施，而減少增產値。最初施用 50 公斤 K_2O 時，每公斤 K_2O 增產値爲 9.34 公斤精洗麻，增施 50 公斤 K_2O 時增施量之增產値爲 4.62 公斤，再增施 50 公斤時再增施量之增產値僅爲 3.02 公斤。若以當時鉀肥（60%）換穀比例折算每公斤鉀肥爲 2.16 元，及農會收購二等品精洗麻每公斤 4.25 元，最後增施之 50 公斤 K_2O，依增產値計算，每元肥料尚可收回 3.561 元，即獲純利 2.56 元（詳見表 10）。

表 10　鉀肥增產值

施肥量 公斤/公頃		每公斤K_2O增收精洗麻（公斤）	每公斤氯化鉀增收精洗麻（公斤）	每元肥料增加收入（元）
50		9.340	5.604	11.028
100	全量	6.930	4.188	8.233
	第二 50	4.620	2.772	5.456
150	全量	5.660	3.396	6.681
	第三 50	3.020	1.812	3.561

（八）農民施肥目的在求獲利，雖鉀肥用量愈多，增產值愈低，然依表 11 計算所得純利亦多，每公頃施用150 公斤K_2O較不施鉀肥者約可增收 3608 元，獲純利 3000 元以上。

表 11　施用鉀肥之純利益

處理代號	精洗麻收量 公斤/公頃	精洗麻增收量 公斤/公頃	增加收入 元	施用氯化鉀量 公斤	氯化鉀價款 元	增施鉀肥純收益 元
I	2695	—	—	—	—	—
II	3162	467	1985	83.33	180	1805
III	3393	698	2967	166.66	360	2607
IV	3544	849	3608	249.99	540	3068

六、參考文獻

1. 松浦章：施肥技術の基礎，昭和 27年。
2. 林國謙、林家棻：黃麻施肥適量試驗，農業研究第 6 卷第 3 期，民國 45 年。
3. 郭魁士：土壤肥力之化學速測，農化叢書第二種，臺灣省立農學院農化學會出版，1953。
4. 郭魁士：測磷新法 Vanadate 法的介紹，農業化學學會學報 No.5，1955。
5. 盛澄淵：肥料學，民國 45 年。
6. 臺灣省農業試驗所年報：民國 38 年。
7. 臺灣省農業試驗所年報：民國 40 年。
8. Thompson, L.M.; Soils and Soil Fertility，1952。

Conclusion and Summary

1. The aim of the present experiments is to determine the adequate dose rate of potash application to jute and the amounts of N-P-K absorbed by it, with usual kind and at usual dose rate of nitrogenous fertilizers being used by the local farmers.

2. The applications of potash are of four dose levels, i. e., 0, 50, 100 and 150 kg/K_2O per ha., to each of which the same application per ha. of 10,000Kg. of compost, 60 kg. of nitrogen (N) and 60 kg. of phosphoric acid(P_2O_5) is added and thus, test of four treatments side by side is made possible.

3. In the potash plots, the plants grow comparatively higher and larger, whereas in the no-potash plots, the plants are weaker and have a shorter growing time, blossoming about a week earlier, in which event the yield is decreased.

4. It is a fact that the more potash is applied, the higher are the yields of stems, crude barks and refined fibres. A significant difference has been observed between the potash and no-potash plots. In terms of refined jute fibres (the final products), the difference between doses of 50 kg/K_2O and 150 kg/K_2O is still statistically significant while no significant difference is observed between those of 100 kg/K_2O and 150 kg/K_2O.

5. Among the three essential nutrients, the intake of potash by the jute plant is the largest, that of nitrogen comes next and phosphoric acid consumed the least. On the dose level of 150 kg/K_2O which has yielded the heaviest crops, the intake per ha. is of :

	N	62kg.
	P_2O_5	48kg.
and	K_2O	199kg.

At the rate of 100 : 77 : 318 whence it is evident that intake of potash is over three times more than that of nitrogen.

6. The concentration of potash in the jute plant increases as the heaviness of potash dose applied, which is also responsible for raising the yields. According to Macy's Law his so-called "Critical Percentage" may be situated somewhere in the vicinity of 1.45% of K_2O for the refined jute fibres and of the 0.9% of K_2O say, for the jute stalks, but this may be a superficial observation drawn from the present experiments and it is, therefore, yet difficult to make a definite conclusion. Strictly speaking, the theory of critical percentage in plant is not applicable to cations.

7. Appearance of the Law of Diminishing Return as to the increasing dose of potash accompanied with decreasing return of jute crops is as follows :

The jute production increment for one kg/K_2O is in such a manner as application of :

the first 50kg/K_2O accompanied with 9.34 Kg. of refined jute fibres
the second 50kg/K_2O with 4.62 Kg. of refined fibres
and the third 50kg/K_2O with 3.02Kg. of refined fibres

Since the cost of potassium chloride of 60% K_2O is NT$ 2.16 per Kg. and the price of refined jute (second quality) is NT$ 4.25 per Kg., the return from third addition of 50 kg/K_2O is NT$ 3.56 per NT$ 1.00 of potash fertilizer invested or, in other words, the net income is NT$ 2.56. (see Table 10 below)

Table 10. Jute Production Increment for Potash

Potash dose kg/ha		Refined Fibre for 1 KgK_2O (kg)	Production Increment for 1 kg KCL (kg)	Return for each $ invested in potash fertilizer (NT $)
50		9.340	5.604	11.028
100	Total dose	6.980	4.188	8.233
	2nd. 50 kg.	4.620	2.772	5.456
150	Total dose	5.660	3.396	6.681
	3rd. 50 kg.	3.020	1.812	3.561

8. Although the heavier dose of potash is followed by the relatively lower returns, the net profit for the farmer is still constantly increased by the additional application and on the dose level of 150 kg/K_2O, the value of additional production is NT$ 3,608.00 per ha or, in other words, a net profit of over NT$ 3.000.00 per ha. is available as shown in Table 11 below :

Table 11. Economics for Potash Application

Treatment	Yield of Refined Fibres kg/ha	Increase of Yield kg/ha	Value of increase NT$	Appliaction of KCL kg.	Value of KCL NT$	Net Profit NT$
I	2,695	—	—	—	—	—
II	3,162	467	1,985	83.33	180	1,805
III	3,393	698	2,967	166.66	360	2,607
IV	3,544	849	3,603	249.99	540	3,063

臺灣豆科根瘤菌人工接種問題之研究

Studies on Rhizobium Inoculation of Legumes in Taiwan

吳　　敏　　慧

Ming-huei Wu

一、導　　　言

豆科植物與他種植物所不同者，在其根部有種根瘤細菌與之營共生生活，最初根瘤菌仰靠植物體中之營養生活，因其具有轉變空中游離氮素為有效氮化物之特殊生理作用，（稱之為固氮作用）故能促進豆科生長。然實際固氮量甚難估計，常因豆科種類、菌種強弱、生理反應、菌體構造、土壤性質、及碳氮比率等等而異。一般情形，豆科之固氮量每年每英畝平均在 50~100 磅之間 (17，55，53)，因此如能合理利用固氮能力強之菌種，不但增產，同時增加土壤氮素，亦即節省消耗量最大，價格較昂之氮素化學肥料。

豆科植物約有 12,000 種，已知具有根瘤者約 1063 種 (3) 。因根瘤菌對宿主有遺傳性之選擇特質 (42) ，對某些或某種豆科具有高度的固氮能力者對他種豆科則顯無效 (15，17，24，26，45，54，55，56，63，82) ，經多位學者作交互接種試驗結果，已知者約有十餘族之多，然而並非任何地區均含有各族豆科有效菌。據 Thornton 氏 (69) 證明在大不列顛地理環境各異之地，採集三葉草菌 3463 種，其中 37% 為無效菌。Umbreit氏 (70) 在 Wisconsin 地方分離大豆菌，無效者佔 25%。Leonard 氏 (42) 認為產量低之土地，其中根瘤菌多屬無效。如美國 Wisconsin 土壤中之大豆菌據調查結果，最優與最劣菌各1/4，稍優者佔半數 (62) 。即使同一塊耕地，同種豆科，其形成根瘤之菌系亦有優劣之分，祇有同一個根瘤為一種品系菌繁殖所成 (6) ，由一個根瘤所分離之純菌，其固氮能力也有高低之別 (73，74) ，因此分離優良菌種並行人工接種栽培勢所必要。早在 1890 年 Nobbe 及 Hiltner 二氏即已開始試驗純菌培養與接種。其後相繼試驗者，不乏其人，一致認為人工純菌接種，不但優良菌在植體生長初期即行固氮以供植體生長 (72) ，同時對一切外來之損害，氮素之缺乏等等似作有效的保險 (83，71，61，21) 。

根瘤菌生存在土壤中，往往因種種關係被破壞或變弱，甚至失去其固氮能力 (48) ，尤其是在酸性土，例如大豆根瘤菌於半年之內即不復存在 (15) ，故每次栽培最好再行接種 (21) ，新植或多年未栽培之地更屬重要 (61) 。英美政府已在 1895 年特許商品化，大量供應農民俾收增產之效 (27) 。

本省栽培豆科之歷史不為短暫，然行純根瘤菌接種栽培之記載尚未獲見。本試驗之目的即在選拔本省豆科作物優良菌，並冀能獲得價廉而使用簡便的商品，不但使農民以少量金錢獲得豐富之利潤；同時引導本省農業因根瘤菌之接種而步入增產的新途徑。

二、豆科根瘤菌之分離與純鑑別

本試驗首在獲得羽扇豆、紫苜蓿、大豆與花生四種豆科根瘤菌。一般分離法有兩種，一取自生長健壯之豆科根瘤，一仰賴於種過某種豆科之土壤作為菌源。自土壤分離較為不易，優劣難分，故大多採用直接分離根瘤法。本試驗由兩方面來源，從事分離工作。有自生長良好之地區（北起新竹南止屏東）採健康根瘤分離者，有自國外引入之商品接種劑（直接分離者或經過植體形成根瘤後再行分離者）或純菌（96A_3、96B_9、804、810、日本純菌）。

羽扇豆土生菌已於民43年分離 62A、91C、130A (2)。紫苜蓿爲本省新引進之牧草，故其根瘤則僅自美商品接種劑中分離三株。餘大豆菌、羽扇豆菌、花生菌均亦自國外商品中分離純菌多株。關於各豆科純菌確定法，作者已於"羽扇豆根瘤菌之分離與試驗" (2) 一文中詳及，玆不贅述。其後分離各豆科之菌株，根據 15 種生理試驗結果如表 1，2，3，4， 確定純菌，所獲各豆科純菌簡列如表 5。苦勞豆 (Crotalaria) 之根瘤菌與花生之根瘤菌同爲一族，接種於花生亦具同樣效果，故苦勞豆之根瘤菌亦同時參加分離與選拔。

菌號說明：

1. 每菌號前第一個大寫字母代表宿主名稱
2. 第二、三個字母代表來源：
   (1) "F" 表示由生長地直接分離，其尾 1，2，3 表示不同地區。
   (2) "N" 表自美國商品接種劑 Nitragin 直接分離，其後附註數字表示不同菌落。
   (3) "NF" 表示商品接種劑用於田間後形成根瘤之分離菌， "NG" 德國商品接種劑。
   (4) "Y" 字代表黃豆。
   (5) "B" 代表烏豆。
3. 後部字母代表取自不同的根瘤，尾後數字表菌落數。
4. 每菌號前記有 "*" 者乃純菌。
5. 生理試驗代號說明：

(1) "○" 表無皮膜，無混濁； (3) "－" 表不生長，
(2) "＋" 表生長，有反應； (4) "N" 表中性反應。

苦勞豆根瘤菌之分離時間距花生根瘤菌田間接種試驗時間很近，爲求苦勞豆菌一併能及時參與接種試驗計，僅就重要生理試驗先行測定。根據菌落特徵與已試驗之結果作鑑定，非根瘤菌者予以淘汰，其餘繼續試之，故有些生理試驗結果缺少。其他豆科菌缺少生理試驗結果亦均係早行淘汰所致。

表 5 各豆科之分離純菌

羽扇豆 (Lupine)	紫苜蓿 (Alfalfa)	花生 (Peanut)	苦勞豆 (Crotalaria)	大豆 (Glycine)
LNG_1	AN_2	PF_1-A	CF_2-A_2	GN_2
LNG_2	AN_5	PF_1-B	CF_2-B_1	GN_5
LNG_3	AN_3	PF_1-C	CF_2-B_3	GY_6-A_1
LN_4		PF_1-D	CF_2-C_1	GY_8-B_{11}
		PF_1-E	CF_{10}-A_1	GY_8-C_{13}
		PF_1-F		GY_9-B_5
		PF_1-G		GY_{13}-A_1
		PF_1-1		GB_{17}-A_4
		PNF-A		GB_{17}-B_3
		PNF-B		GY_{19}-C_3
		PNF-C		
		PNF-D		
		PNF-G		
		PF_3-A		
		PF_5-E		
		PF_{25}-A		

表 1 花生分離菌之生理試驗

	菌號 \ 試驗項目	Clark and Lub's broth (4) Pellicle			Turbidity			PH11(32)(33) Yeast mannitol liquid medium			High Conc. Nacl (3.0%) (31)			Kosser's uric acid (58)		
*	PF 1-A	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 1-B	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 1-C	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 1-D	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF 1-E	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF 1-F	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF 1-G	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 1-I	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 3-A	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 5-A1	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 5-A2	○	○	○	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF 5-E1	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*	PF 5-J1	○	○	○	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
	PF25-A1	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF34-A1	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	PF35-A1	○	○	○	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	PF36-A1	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF36-A2	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PF 6-C2	○	○	○	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+

菌號 \ 試驗項目	Ca-glycerolphosphate agar (4) White zone			Browning			Veal infusion borth (38) Pellicle			Turbidity			Nitrate glycerol agar (40)			serum zone		
PF 1-A	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-B	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-C	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-D	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-E	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-F	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-G	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 1-I	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 3-A	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 5-A1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 5-A2	-	-	-	-	-	-	○	○	○	+	+	+	+	+	+	-	-	-
PF 5-E1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF 5-J1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PF25-A1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	-	-	-
PF34-A1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PF35-A1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+
PF36-A1	-	-	-	-	-	-	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PF36-A2	-	-	-	-	-	-	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PF 6-C2	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

菌號 \ 試驗項目	Litmus milk (59) reaction Alk.			Acid	Yeast mannitol agar slant B.T.B. (4) Alk.			Acid			Dextrine Alk.			Acid		
PF 1-A	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-B	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-C	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-D	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-E	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-F	+	+	+		+	+	+				+	+	+			
PF 1-G					+	+	+				+	+	+			
PF 1-I					+	+	+				+	+	+			
PF 3-A	+	+	+		+	+	+				+++	+++	+++			
PF 5-A1	+	+	+		+	+	+				+++	+++	+++			
PF 5-A2	++	++	++					+	+	+						
PF 5-E1	+++	+++	+++		++	++	++				+++	+++	+++			
PF 5-J1	+	+	+					+	+	+						
PF25-A1	+	+	+								+++	+++	+++			
PF34-A1	++	++	++					+	+	+						
PF35-A1	++	++	++					+	+	+						
PF36-A1	++	++	++					+	+	+						
PF36-A2	++	++	++					+	+	+						
PF 6-C2	+	+	+					+	+	+						

菌號 \ 試驗項目	Carbohydrates (4. 5. 18. 30. 31. 40) Inuline Alk.			Acid			Rhamnose Alk.			Acid			Amygdaline Alk.			Acid			Na-mannonate Alk.			Acid			Potato slant (18)
PF 1-A	+	+	-				+	-	-				-	-	-				-	-	-				Colorless
PF 1-B	+	+	+				+	+	-				+	-	-				+	+	+				〃
PF 1-C	+	+	+				+	+	-				+	+	+				+	+	+				〃
PF 1-D	+	+	+				+	+	+				+	+	-				+	+	+				〃
PF 1-E	+	+	+				+	+	+				+	+	+				+	+	+				〃
PF 1-F	+	+	+				+	+	+				+	+	+				+	+	+				〃
PF 1-G	+	+	+				+	+	+				+	-	-				+	+	+				Cray white
PF 1-I	+	+	+					+	+				+	-	-				-	-	+				Colorless
PF 3-A	+	+	+				-	+	-				-	+	+				-	-	+				〃
PF 5-A1	+	+	+				-	+	-				-	+	+				-	-	+				〃
PF 5-A2	+	+	+				+	+	+							-	+	-	-	-	+				milk white
PF 5-E1	+	+	+				+	+	-				-	-	-				-	+	+				Colorless
PF 5-J1	+	+	+				+	-	-				+						-	+	+				Yellow White
PF25-A1	[illegible]	+	+				-	+	-											-					Colorless
PF34-A1	+	+	+				-	+	-				-	-	-										Chocolate
PF35-A1				+	+	+	+	+	+							+	+	+				+	-	+	Yellow white
PF36-A1	+	+	+				+	+	-							-	-	-				+	+	+	Gray white
PF36-A2	+	+	+				-	+	+							-	-	-				+	+	+	〃
PF 6-C2	+	+	+				+	+	+							+	+	+				+	+	+	〃

表 2 苦勞豆分離之生理試驗

	試驗項目 / 菌號	Clarkand Lub's broth (4) Pellicle	Clarkand Lub's broth (4) Turbidity	PH 11(32)(33) Yeas tmannitol liquis medium	High Corc. NaCl (3.0%) (31)	Kosser's uric acid (58)	Ca-glycerolphosphate agar (4) White zone	Ca-glycerolphosphate agar (4) Browning	Veal infusion broth (38) Pellicle	Veal infusion broth (38) Turbidity	Nitrate glycerol agar (40)	Litmus milk (59) serum zone	Litmus milk (59) reaction Alk.	Litmus milk (59) reaction Acid	yeast agar slant mannitol B.T.B. (4) Alk.	yeast agar slant mannitol B.T.B. (4) Acid	Carbonhydrates (4. 5. 18. 30. 31. 40) Dextrine Alk.	Dextrine Acid	Inuline Alk.	Inuline Acid	Rhamose Alk.	Rhamose Acid	Amygdaline Alk.	Amygdaline Acid	Na-mannonate Alk.	Na-mannonate Acid	Potato slant (18)
	CF2 -A1	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	+ + +	○ ○ ○	+ + +	+ + +	− − −		+ + +		+ + +		+++ +++ +++	+++ +++ +++			+++ +++ +++		++ +− ++		+ + +	Redish
*	CF2 -A2	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+++ +++ +++		+++ +++ ++		+++ ++ +++		[illegible]		Colorless
	CF2 -A3	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	+ + +	+ + +			+ + +		++ ++ ++		+ + +	+++ +++ +++			+++ +++ +++		[illegible]	[illegible]		Brown
*	CF2 -B1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+++ +++ +++		+++ ++− +−		++ ++ ++		++ + +		Colorless
	CF2 -B2	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	+ + +	+ + +	+ + +			+ + +		++ ++ ++		+ + +	+++ +++ +++			+++ +++ +++		++ ++ ++		++ ++ ++	Yellow
*	CF2 -B3	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	N N N		++ ++ ++		+++ +++ +++		++ ++ ++		+ + −		++ ++ ++		[illegible]		Colorless
*	CF2 -C1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	N N N		++ ++ ++		+++ +++ +++		++ ++ ++		++ ++ ++		+ + +		++ ++ ++		〃
	CF2 -C2	+ + +	+++ +++ +++	− − −	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF2 -C3	+ + +	+++ +++ +++	− − −	+ + +	+ + +	+ + +		○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF2 -D1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	+ + +	+ + +	+ + +		○ ○ ○	+ + +		− − −	+ + +						+ + +		+ + −						
	CF7 -A2	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF8 -A1	− + +	++ ++ ++	− − −	− − −	+ + +	++ ++ ++	++ ++ ++	○ ○ ○	+ + +		− − −	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF3 -A2	+ + +	+ + +	− − −	− − −	+ + +	++ ++ ++	++ ++ ++	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF3 -A3	+ + +	++ ++ ++	− − −	− − −	+ + +	+ + +	++ ++ ++	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + −						
	CF3 -A4	+ + +	+ + +	− − −	− − −	+ + +	+++ +++ +++		○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF3 -A5	+ + +	++ ++ ++	− − −	− − −	+ + +		+++ +++ +++	○ ○ ○	+ + +		+ + +		+ + +					+ + +		+ + +						
	CF3 -B1	○ ○ ○	+ + +	− − −	+++ +++ +++	+ + +	+++ +++ +++		○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						++ ++ ++		+ + +						
	CF8 -B2	○ ○ ○	++ ++ ++	− − −	− − −	+ + +	+ + +	+++ +++ +++	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + +						
	CF8 -B3	○ ○ ○	++ ++ ++	− − −	− − −	+ + +	+ + +	+++ +++ +++	○ ○ ○	+ + +		+ + +	−						+ + +		+ + +						
*	CF10-A1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		++ ++ ++		++ ++ ++		++ ++ ++		++ ++ ++		Colorless
	CF10-A2	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	+ + +	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○		+ + +							+ + +		+ + −						
	CF10-B1	+ + +	+++ +++ +++	− − −	+ + +	− − −	− − −	+ + +	○ ○ ○	+ + +		+ + +							+ + +		+ + −						
	CF11-A1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	+ + +	+ + +	+ + +	++ ++ ++	○ ○ ○	+ + +		+ + +							+ + +		+ + +						
	CF11-B1	○ ○ ○	++ ++ ++	− − −	+ + +	+ + +	− − −	++ ++ ++	○ ○ ○	+ + +		+ + +	+ + +						+ + +		+ + −						

農林

常
虫
菌
共
等

表 3 大豆分離菌之生理試驗

試驗項目 / 菌號	Clark and Lub's broth (4)						PH 11 (32) (33) Yeast mannitol liquid medium			High Conc. NaCl (3.0%) (31)			Kosser's uric acid (58)			Ca-glycerol phosphate agar (4)						Veal infusion broth (38)						Nitrate glycerol agar (40)			Litmus milk (59)							Yeast agar slant			mannitol B.T.B. (4)		
	Pellicle			Turbidity												White zone			Browning			Pellicle			Turbidity						serum zone			reaction Alk.			reaction Acid	Alk.			Acid		
GY$_2$-C$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	○	○	○	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+					+	+	+
GY$_2$-D$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			
* GY$_6$-A$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
GY$_8$-B$_5$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
GY$_8$-B$_9$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
* GY$_8$-B$_{11}$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		+	+	+			
GY$_8$-B$_{12}$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
* GY$_8$-B$_{13}$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		+	+	+			
GY$_9$-B$_1$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
GY$_9$-B$_2$	+	+	+	+	+	+	−	−	−	++	++	++	++	++	++	−	−	−	−	−	−	○	○	○	+	+	+	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+		+	+	+			
GY$_9$-B$_3$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
* GY$_9$-B$_4$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		++	++	++			
* GY$_9$-B$_5$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		++	++	++			
* GY$_{13}$-A$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		++	++	++			
GY$_{16}$-A$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
GB$_{17}$-A$_3$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	+	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
* GB$_{17}$-A$_4$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	++	++	++	−	−	−	+	+	+		+	+	+			
GB$_{17}$-B$_1$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	○	○	○	+	+	+	++	++	++	+	+	+		+	+	+			
GB$_{17}$-B$_2$	○	○	○	+	+	+	−	−	−	−	−	−	++	++	++	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	+	+		++	++	++			
* GB$_{17}$-B$_3$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		++	++	++			
GY$_{19}$-A$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	+	+	+	−	−	−	+	+	+	+	+	+	○	○	○	○	○	○	−	−	−	+	+	+	N	N	N		N	N	N			
GY$_{19}$-A$_4$	++	++	++	++	++	++	−	−	−	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	+	+		+	+	+			
GY$_{19}$-B$_1$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		+	+	+			
GY$_{19}$-C$_1$	++	++	++	++	++	++	−	−	−	+	+	+	+++	+++	+++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			
GY$_{19}$-C$_3$	○	○	○	○	○	○	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	○	○	○	○	○	○	+	+	+	−	−	−	+	+	+		+	+	+			

試驗項目 / 菌號	Carbohydrates (4. 5. 18. 30. 31. 40) Dextrine						Inuline						Rhamnose						Amygdaline						Na-mannonate						Potato slant (18)
	Alk.			Acid			Alk.			Acid			Alk.			Acid			Alk.			Acid			Alk.			Acid			
GY$_2$-C$_1$	+	+	+				+	+	+							+	+	+				++	++	++	+	+	+				Yellow
GY$_2$-D$_1$	++	++	++				+	+	+							+	+	+				++	++	++	+	+	+				Colorless
* GY$_6$-A$_1$	+++	+++	+++				+	+	+				+	+	−				+	+	+				+++	+++	+++				〃
GY$_8$-B$_5$	++	++	++							+	+	+	+	+	+				+	+	+				++	++	++				
GY$_8$-B$_9$	+	+	+							+	+	+	++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				
* GY$_8$-B$_{11}$	+	+	+				+	+	+				++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				Colorless
GY$_8$-B$_{12}$	++	++	++							+	+	+	++	++	++				+	+	+				+	+	+				
* GY$_8$-B$_{13}$	++	++	++				++	++	++				++	++	++				+	+	+				++	++	++				Colorless
GY$_9$-B$_1$	+++	+++	+++							+	+	+	++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				〃
GY$_9$-B$_2$	+	+	+							+	+	+	N	N	N				+	+	+				+++	+++	+++				
GY$_9$-B$_3$	+	+	+							+	+	+	++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				
* GY$_9$-B$_4$	+	+	+				++	++	++				++	++	++				++	++	++				++	++	++				
* GY$_9$-B$_5$	++	++	++				++	++	++				++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				Colorless
* GY$_{13}$-A$_1$	++	++	++				++	++	++				++	++	++				++	++	++				++	++	++				〃
GY$_{16}$-A$_1$	+++	+++	+++							+	+	+	N	N	N				−	−	−				+++	+++	+++				〃
GB$_{17}$-A$_3$	++	++	++							+	+	+	++	++	++				N	N	N				++	++	++				
* GB$_{17}$-A$_4$	+	+	+				+	+	+				++	++	++				++	++	++				+++	+++	+++				Colorless
GB$_{17}$-B$_1$	++	++	++							+	+	+	++	++	++				+	+	+				+++	+++	+++				〃
GB$_{17}$-B$_2$	+	+	+				++	++	++				+ −	[illegible]	[illegible]						[illegible]				[illegible]	[illegible]	[illegible]				
* GB$_{17}$-B$_3$	+++	+++	+++				++	++	++				++	[illegible]	[illegible]				[illegible]	[illegible]	[illegible]				[illegible]	[illegible]	[illegible]				Colorless
GY$_{19}$-A$_1$	N	N	N				N	N	N				N	N	N				+	+	[illegible]										
GY$_{19}$-A$_4$	+++	+++	+++				+++	+++	+++				+++	+++	+++				+	+	−										
GY$_{19}$-B$_1$	++	++	++				+++	+++	+++				+	+	+				+	+	+										
GY$_{19}$-C$_1$	+++	+++	+++				+++	+++	+++				++	++	++				+	+	+										
GY$_{19}$-C$_3$	++	++	++				+	+	+				+	+	+				+++	+++	+++										

表4 大豆、花生、紫苜蓿羽扇豆等商品接種劑分離菌之生理試驗

試驗項目 / 菌號	Clark and Lub's broth (4)		PH 11 (32) (33) Yeast mannitol liquid medium	High Conc. NaCl (3.0%) (31)	Kosser's uric acid (58)	Ca-glycerol phosphate agar (4)		Veal infusion broth (38)		Nitrate glycerol agar (40)	Litmus milk (59)			yeast mannitol agar slant B.T.B. (4)		Carbonhydrates (4. 5. 18. 30. 31. 40) Dextrine		Inuline		Rhamnose		Amygdaline		Na-mannonate		Potato slant (18)
	Pellicle	Turbidity				White zone	Browning	Pellicle	Turbidity		serum zone	reaction Alk.	reaction Acid	Alk.	Acid	Alk.	Acid	Alk.	Acid	Alk.	Acid	Alk.	Acid	Alk.	Acid	
GN1	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +			+ + +	++ ++ ++		+ + +		++ ++ ++		+ + ++ ++		+ + +		Brown
* GN2	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		++ ++ ++		+ + +		++ ++ ++		++ ++ ++		+ + +		Colorless
* GN5	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		++ ++ ++		+ + +		+ + +		〃
GN8	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		++ ++ ++		++ ++ ++		+ + +		Graywhite
* PNF-A	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		Colorless
* PNF-B	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
* PNF-C	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
* PNF-D	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
* PNF-G	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
* AN2	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
* AN5	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		〃
AN7	+ + +	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	+ + +	+ + +		+ + +		++ ++ ++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		Yellow white
* AN8	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	+ + +	+ + +		+ + +		++ ++ ++		+ + +		+ + +		+ + +		+ + +		Colorless
* LNG1	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+ + +		〃
* LNG2	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+ + +		+++ +++ +++				〃
LNG3	○ ○ ○	+ + +	− − −	− − −	+ + +	− − −	− − −	++ ++ ++	++ ++ ++	++ ++ ++	+ + +	+ + +		++ ++ ++		+++ +++ +++		+++ +++ +++		+++ +++ +++		N N N				
LNG4	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	− − −	N N N			+ + +	+ + +			+++ +++ +++	++ ++ ++		N N N				
* LNG5	○ ○ ○	○ ○ ○	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +		++ ++ ++		++ ++ ++		+++ +++ +++		++ ++ ++		+++ +++ +++				Colorless
LNG6	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	+ + +	○ ○ ○	○ ○ ○	+ + +	+ + +	N N N		N N N		N N N		+++ +++ +++		N N N			+ + +			
LNG7	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	+ + +	++ ++ ++	+ + +	+ + +	+ + +			+ + +	+ + +		N N N		N N N			+ + +			
LNG8	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	++ ++ ++	+ + +	+ + +			+++ +++ +++	N N N		N N N		N N N			+ + +			
LNG9	○ ○ ○	+ + +	− − −	+ + +	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	+ + +	+ + +	+ + +		+ + +		+ + +	++ ++ ++		+++ +++ +++		++ ++ ++		N N N				
LNG10	○ ○ ○	+ + +	− − −	− − −	+ + +	− − −	+ + +	○ ○ ○	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+++ +++ +++		+ + +		+ + +				
LNG11	○ ○ ○	++ ++ ++	− − −	+ + +	+ + +	− − −	+ + +	○ ○ ○	+ + +	+ + +	+ + +		+ + +		++ ++ ++	+ + +		N N N				N N N				
LNG12	○ ○ ○	+ + +	− − −	− − −	+ + +	− − −	− − −	○ ○ ○	○ ○ ○	++ ++ ++	+ + +	+ + +		+ + +		N N N			++ ++ ++				+ + +			

三、優良菌之選拔

(一) 羽扇豆田間接種根瘤菌試驗。

黃花羽扇豆爲最適本省茶園之綠肥，若不預行接種，每每難獲較高產量。本省以往於新栽培地常行移土接種法，惟此法接種之根瘤菌是否優良尙屬疑問，況乎搬土不便，費用浩大，甚至遭遇病虫害傳佈之意外損失，故優良菌種之選拔，勢爲必要。由於田間接種試驗所獲青草量之高低，決定菌種之優劣。本試驗將國外優良菌參與自本省各地分離之優良菌一併作接種試驗比較，本豆科接種共設五個試驗，分兩年進行，第一年在臺中省立農學院農場、新竹湖口馮家園及新竹長安四湖農場等三地舉行。第二年仍在農學院與四湖農場另覓地重複試驗。

I　第一年 (45—46年) 試驗

(I) 新竹湖口馮家茶園

1. 試驗方法：

(1) 試驗處理項目：

菌種	804 (美)	810 (美)	130A (土生菌)	日本菌種	德國商品劑	未接種
代號	1	2	3	4	5	6

(2) 田間規劃：

試地係山地茶園，作成塔段狀，每段植茶兩行，爲避免接種菌相互感染計，植羽扇豆於茶行之間並與茶行成垂直，試區全長 14 公尺，實植長度僅佔一半，每隔 2 公尺植羽扇豆一行，採逢機區集法設計，播種量以 50 公斤/公頃計算。於 45 年 10 月 27 日播種， 46 年 3 月 23 日全區收穫秤青草量。

2. 試驗結果：

田間青草重改算爲公頃 (改算因子爲 741) 經初步整理得原始資料如表 6。

表 6　每小區青草重　　公斤/公頃

區集 \ 代號 菌種	1 804	2 810	3 130A	4 日本純菌	5 德國商品	6 未接種	總計
I	4070	4570	5855	1928	3927	2927	23277
II	5498	3213	5641	7497	6926	2856	31631
III	6355	4255	6069	5641	4784	3142	30346
IV	6426	4570	6140	6426	6069	2856	32487
V	4998	4641	5426	3927	4141	1999	25132
VI	3213	4641	4355	2071	3142	5284	22706
總計	30560	25990	33486	27490	28937	19064	165579

3. 統計分析結果如表 7

表 7 變方分析

變異原因	自由度	平方和	均方	F 值
區集	5	16067126.92	3213425.384	2.599√
處理（包括未接種）	5	20133889.92	4026777.934	9.398√√
未接種對各菌種	1	14560711.25	14560711.250	—
各菌種間	4	5573178.67	1393294.668	
機差	25	38733481.91	1549339.276	
總計	35	74934498.75		

參閱表7可知處理之 F 值剛剛達到 p=5% 之顯著標準（2.60），但未接種對各菌種之 F 值則大於 p=1% 之顯著標準（7.77），又各菌種間之均方極不顯著，可謂處理均方差強顯著之原因，大部由於未接種與各菌種之差異所使然，意即概括言之，勿論接何菌種，對生草量之增產確有功效；至於各菌種間，在試驗結果中各平均值（參閱表 8）雖有出入，但此等差別尚不足以判定何種菌種較優，此乃由於接用不同菌種對生草量之生產差異已受試驗之機差太大之朦蔽所致，僅 130A 略優於810 及日本菌種而已。

表 8 各菌種之平均生草產量

菌種	804	810	130A	日本菌種	德國商品劑	未接種
生草量 公斤／公頃	5093	4332	5581	4568	4832	3177

平均標準機差（SEx）=508.16

變異係數（CV）=27.06%

最低差異顯著標準值（LSD）=1046.81

各菌種之平均生草量爲 4883.5，未接種者爲 3177.3，二者之差爲 1706.2 公頃公斤，即接用各菌種之平均效果較未接種者高出 53.7%

（II）新竹長安四湖農場

1. 試驗方法：

(1) 試驗處理項目：

菌種	62 A	91C	130A	96B9	804	810	美商品接種劑	日本純菌	德商品接種劑	未接種
代號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

(2) 田間規劃：

試區爲新墾茶園，每試區長6公尺，寬1.5公尺，每試區植羽扇豆一行，茶一行，採逢機區集法設計，播種量以每公頃 50 公斤計，於 45 年 10 月 30 日播種，46 年 3 月 30 日收穫，試區地上部分刈取一半秤之。

2. 試驗結果

田間各區青草重改算爲公頃公斤（改算因子爲 741）並經初步整理如表 9：

表 9 青草收量原始資料表　(改算因子爲741)

區集 ＼ 代號 / 菌種	1 62 A	2 91 C	3 130 A	4 96 B9	5 804	6 810	7 美國商品	8 日本純菌	9 德國商品	10 未接種
I	10078	8744	9707	9929	9262	9559	9855	10744	11560	9781
II	8447	9707	6743	6965	7706	8818	7484	8151	9485	6373
III	8003	9633	7410	9559	8225	8818	8225	6817	7262	8299
IV	7336	7558	8596	9188	7855	8522	6817	10596	10374	8373
V	7632	8966	8522	8522	6076	7114	9411	7780	11856	5409
VI	8744	8596	9040	8151	8003	7558	8670	7632	8744	5780

表 10 捨位及移動起點 (Rounding and Coding) (公頃10公斤)

區集 ＼ 代號	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	總 計
I	1003	874	917	993	926	956	986	1074	1156	978	9922
II	845	971	674	696	771	882	748	815	948	637	7987
III	800	963	741	956	822	882	822	682	726	830	8224
IV	734	756	860	919	786	852	682	1062	1037	837	8523
V	763	897	852	852	608	711	941	778	1186	541	8129
VI	874	860	904	815	800	756	867	763	874	578	8091
總　計	5024	3321	5002	5231	4713	5039	5046	5172	5927	4401	50876

3. 統計分析結果：如表 11.

表 11 變　方　分　析

變　　因	自由度	平方和	均　　方	F　　値
區　　集	5	266431.74	53286.35	
處理(包括未接種)	9	235660.74	26184.53	—
未接種對各菌種	1	87299.92	87299.92	—
各菌種間	8	148360.82	1854.60	—
機　　差	45	4105389.26	91230.87	
總　　和	59	4607481.74		

觀表 11 可知不論處理，未接種對各菌種及各菌種間之均方均不顯著，意即各參試處理以至於未接種與各菌種對羽扇豆在長安地區之生草產量相差未能得一確切之結論，此乃由於試驗機差太大 (CV=35.62%) 之影響。

田間生長情形以肉眼觀察甚難區別，未接種者生長亦爲良好，惟均難找到根瘤。試觀該試區土

壤之分析結果如表12：

表 12 土壤分析結果

全氮量 %	有效性磷 p. p. m.	有效性鉀 p. p. m.	有機質 %	pH
0.083	20.932	43.086	1.8485	4.82

按國際土壤學會公定土壤含氮量之標準比較，該土壤含氮量爲平常，惟全氮尙不足以表示有效氮之豐富，常視土壤有機質碳素率高低而定，據分析結果計算碳素率在 11 左右，由此可知該土壤全氮中氮素有效性很高。

(Ⅲ) 臺中省立農學院農場

1. 試驗方法：

田間設計及處理與長安試地完全相同，惟小區面積爲 $6\times2=12m^2$ ，區植三行，45 年 11 月 24日播種，46 年 4 月 12 日收穫，每區產量全部收割。

2. 試驗結果：

根據生物統計之逢機取樣法測定植株高度各處理之總平均値以及最高與最低範圍之高度如表13

表 13 植株高度

株高(公分) ＼ 代號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
菌種	62 A	91 C	130 A	96 B_9	804	810	美國商品接種劑	日本菌	德國商品接種劑	未接種
平均	101.66	97.51	102.58	96.15	101.03	99.91	100.83	101.0	92.06	53.0
$X \pm \frac{1.963E}{\sqrt{N}}$ +	103.56	102.67	106.28	98.25	103.73	102.30	103.63	106.2	95.78	47.5
−	99.76	92.76	98.88	94.05	98.33	97.52	98.03	95.8	88.34	58.5

田間各區青草量（每區公分數)改算爲公頃公斤，並經初步整理得原始資料如表14、15。(改算因子爲8333)

表 14 各區青草量 公斤/公頃

區集 ＼ 代號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
菌種	62A	91 C	130 A	96B_9	804	810	美商品	日本菌種	德國商品	未接種
Ⅰ	46667	50000	45833	41667	43333	46667	48333	52500	33333	6250
Ⅱ	46667	39629	50000	51667	47500	43333	41667	51667	43333	16029
Ⅲ	50833	50000	47500	47500	57500	51667	48333	49167	44167	24167
Ⅳ	59167	50000	44167	30833	47500	41667	51637	47500	46667	35000
Ⅴ	50833	47037	53750	53750	51667	51667	59583	50000	50167	7500
Ⅵ	50000	46667	43750	44583	49167	47500	48750	50000	47917	7000

表 15 捨位及移動起點 (Rounding and coding) (公頃100公斤)

區集＼代號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總計
I	467	500	458	417	433	467	483	525	333	63	4146
II	467	396	500	517	475	433	417	517	433	160	4315
III	508	500	475	475	575	517	483	492	442	242	4709
IV	592	500	442	308	475	417	517	475	467	350	4543
V	508	471	538	538	517	517	596	500	502	75	4762
VI	500	467	438	446	492	475	488	500	479	70	4355
總計	3042	2834	2851	2701	2937	2826	2984	3009	2656	960	26830

3. 統計分析結果如表16：

表 16 變 方 分 析

變因	自由度	平方和	均方	F 值
區集	5	28992.34	5798.47	18.655VV
處理（包括未接種）	9	574611.67	63845.41	160.04VV
未接種對各菌種	1	549764.64	549764.64	—
各菌種間	8	24847.03	3105.88	
機差	45	154005.33	3422.34	
總計	59	757609.34		

表 16 之處理及未接種對各菌種之 F 值均極顯著，但各菌種間之 F 值仍不顯著，意即概括言之，參試之十處理間彼此確有顯著不同之效用，但此一極顯著之結論則悉係由於未接種與各菌種相差之加劇而起，至此九菌種對羽扇豆生草產量在臺中區之土壤氣候下，孰優孰劣，仍未能獲得確定之論斷。試觀表 17 九菌種間，以 62A 之產量最高，德國菌種最低，二者之差爲 6430 公頃公斤，小於 LSD ，未達顯著標準，其他各菌種間之差數，必均小於此數，均更不顯著。

表 17 各處理之平均青草收量 (公斤/公頃)

62A	91C	130 A	96B9	804	810	美商品	日本純菌	德國商品	未接種
50694	47230	475000	45000	49444	47084	49222	50139	44264	15991

CV=13.09%，LSD=6802。

又此一試驗之準確度已甚高，同知九菌種間未獲足以憑信之結論，非由於試驗粗放之影響，實係因該九菌種之效用相差甚微所致， 故欲得悉此九菌種彼此之優劣， 惟有再度舉行特別精密之試驗。

II 第二年 (46—47年) 試驗

(IV) 臺中省立農學院農場

1. 試驗方法：

(1) 試驗處理項目：七個菌種，一個對照處理，共八個處理參試：

處理代號	A	B	C	D	E	F	G	H
菌　　種	810 (Allen)	美國商品接種劑	日本純種	德國商品接種劑	62A	91C	130A	未接種

(2) 田間規劃：

小區面積為 $50m \times 2.2m^2 = 11m^2$，行長為 5 公尺，行距為 0.6 公尺，四行區，八個試區組成一區集，各處理重複六次，共有六個區集，採逢機區集設計。46 年 11 月 15 日條播每區四條，播種量每區 100 公分，47 年 3 月 20 日收穫。

2. 試驗結果：

每小區分內外行，分別收穫秤量（試區兩側邊行屬外行其餘為內行），經邊際影響分析結果不顯著，故本期兩次試驗均以全小區收量計算。

本試驗之田間記錄為每區公斤數，改算為公石公斤（改算因子為8.3333）如表 18。

表 18 各小區青收量　公石/公頃

區集 處理	I	II	III	IV	V	VI	處理總計	平　　均
A	450	618	385	464	400	454	2772	462.00
B	461	527	464	404	454	436	2746	457.67
C	475	359	382	500	495	477	2688	448.00
D	207	272	153	203	236	226	1297	216.17
E	500	323	448	468	454	361	2554	425.67
F	532	436	477	393	441	290	2569	428.17
G	441	276	400	398	464	332	2311	385.17
H (ck)	174	191	129	148	204	242	1088	181.33
區 集 總 計	3240	3002	2839	2978	3148	2818	18025	375.52

3. 統計分析：

變方分析結果如表19各菌種對平均青草量比如為表20，觀變方分析結果表可知處理間，接種與否及菌種間三種實測 F 值均呈極顯著，此三者間之關係，為處理間之實測 F 值，係其他兩種 F 值之加權平均值，三者中以接種與否之 F 值最大，但因處理間者亦非太小，致使菌種間之F值不因接種與否者甚大而太小，故應繼此進行處理間之個別比較，得梯形表 20，在該表中除 D 菌種外，所有其他參試菌種均較不接種處理有極顯著之高產。其他菌種較 D 菌種亦然，高產之程度平均竟達一倍左右，殊屬驚人，至D（德國）菌種之失敗，因該菌種係由過期一年之商品接種劑分離而得，可能分離時該商品接種劑已為時太久，菌種退化之故，其他六菌種之孰優孰劣，根據測驗結果，彼此差異尚未達顯著標準，故仍不克明確下定論。

表 19 變方分析結果

變因	自由度	平方和	均方	F 值	理論F值 5 %	1 %	5 %
區集間	5	17366.60	3473.32				
處理間	(7)	(527769.48)	(75395.64)	(18.669) √√	2.27	3.195	3.625
接種與否	1	258574.53	258574.53	64.0263 √√	4.12	7.415	9.005
菌種間	6	269194.95	44865.83	11.1093 √√	2.29	3.365	3.830
試驗機差	35	141349.90	4038.57				
總計	47	686485.93					

表 20 各菌種之平均生草產量（公石/公頃）梯形比較表

菌種代號	平均值	A	B	C	F	E	G	D
A	462.00							
B	457.67	4.33						
C	448.00	14.00	9.67					
F	428.17	33.83	29.50	19.83				
E	425.67	36.33	32.00	22.33	2.50			
G	385.17	√ 76.83	72.50	63.83	43.00	40.50		
D	216.17	√√ 245.83	√√ 241.50	√√ 231.83	√√ 212.00	√√ 209.50	√√ 169.00	
H (ck)	181.33	√√ 280.67	√√ 276.34	√√ 266.67	√√ 246.84	√√ 244.34	√√ 203.84	43.84

$$LSD_{p=0.05}=2.63\times\sqrt{4038.57}\times\sqrt{\frac{2}{6}}=74.4764$$

$$LSD_{p=0.01}=2.724\times\sqrt{4038.57}\times\sqrt{\frac{2}{6}}=99.7910$$

$$CV=\sqrt{\frac{4038.57}{375.5208}}\times100=16.9229$$

(V) 新竹長安四湖合作農場

1. 試驗方法，處理項目與田間規劃與農院農場試驗同，惟重複八次，播種量每小區 120 公分。46 年 11 月 10 日播種，47 年 3 月 23 日收穫，收穫方法與農院試驗同。

2. 試驗結果

由全區青草量伸算爲公頃公石如表 21

表 21 各小區青草量　公石/公頃

處理＼區集	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	處理總計	平均
A	316	293	350	449	391	456	464	413	3132	391.50
B	371	307	336	296	433	407	354	229	2733	341.63
C	287	384	349	404	462	478	467	469	3300	412.50
D	309	287	312	329	391	433	269	431	2761	345.13
E	338	294	378	354	489	436	462	445	3196	399.50
F	242	260	314	424	440	440	316	385	2821	352.63
G	327	326	307	376	456	409	400	311	2912	364.00
H (ck)	274	260	322	322	324	431	376	331	2640	330.00
區集總計	2464	2411	2668	2954	3386	3490	3103	3014	23495	367.11

3. 統計分析：

同前法經變方分析結果如表 22，梯形比較各菌種處理之青草量如表 23 。觀表 22 可知處理間之實測 F 值呈極顯著，接種與否及菌種間者雖然僅呈顯著，但距極顯著之理論 F 值已不遠，此等顯著即表示接種七處理之平均與不處種處理有顯著之相差外，同時，七種參試菌種之間亦有綜合性之顯著相差之意，故應繼此進行個別比較，得表 23 梯形表，該表計共包容 28 個相差，其中祇有

表 22 變方分析結果

變因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值 5 %	理論 F 值 1 %
區集間	7	139454.36	19922.05			
處理間	(7)	(51469.61)	7352.80	√√ 3.5238	2.205	3.030
接種與否	1	12590.69	12590.69	√ 6.0341	4.035	7.180
菌種間	6	38878.92	6479.82	√ 3.1055	2.295	3.190
試驗機差	49	102242.27	2086.58			
總計	63	293166.24				

表 23 各菌種之平均生草產量（公石/公頃）梯形比較表

$$LSD_{p=0.05}=2.009\times\sqrt{2086.58}\times\sqrt{\frac{2}{8}}=45.885$$

$$LSD_{p=0.01}=2.690\times\sqrt{2086.58}\times\sqrt{\frac{2}{8}}=61.439$$

菌種代號	平均值	C	E	A	G	F	D	B
C	412.50							
E	399.50	13.00						
A	391.50	21.00	8.00					
G	364.00	√ 48.50	35.50	27.50				
F	352.63	√ 59.87	√ 46.87	38.87	11.37			
D	345.13	√√ 67.33	√ 54.48	√ 46.38	18.87	7.50		
B	341.63	√√ 70.88	√ 57.98	√ 50.80	22.37	11.00	3.50	
H (ck)	330.00	√√ 82.50	√√ 69.50	√√ 61.50	34.00	22.63	15.13	11.63

$$CV=\sqrt{\frac{2086.58}{367.11}}\times100=12.4430\%$$

祇有4 個爲極顯著，7 個爲顯著，其餘 17 個為不顯著，各菌種之優劣次序，以 C、E、A 三菌種較佳，G、F 二菌種次之，D、B 二菌種及不接種處理爲最劣。本試驗資料可與臺中區試驗資料作合併分析，但因時間關係尚未進行，暫以二者作直覺之比較，則本試驗結果接種與否之相差不及臺中區試驗者明顯，其致因並非由於試驗之準確程度不同之影響，蓋本試驗之 CV 爲 12.4430%，臺中區試驗爲 16.9229 反而較大，且本試驗重複八次，臺中區者僅重複六次，本試驗結果不及臺中區明顯之主因，可能係各菌種對新竹、長安、四湖之土壤氣候不如臺中區之適應所使然。第一年試驗分析結果，亦有同此傾向。

Ⅲ　兩年試驗綜合討論

第一年長安四湖農場試驗，因試驗誤差太大，故僅就其餘四個試驗結果綜合分析之。所獲各參試處理對青草收量高低比較如表 24 ，內中美商品菌種對青草收量之影響大小當在第 3 至第 4 位之間，而 $96B_9$ 在第 6 至第 7 位之間，由表 24 可得下列各點要義：

1. 一般言之，根瘤菌接種均較不接種者為優。
2. 各菌種間之優劣在各地區及各年代均未呈現穩定傾向。
3. 綜觀四個試驗結果，略呈日本菌種為最優，德國菌種為最劣之象。
4. 接種與不接種之差異，以臺中區之兩次試驗均較明顯。
5. 長安區之此次試驗較上次試驗之準確程度有顯著之改進。
6. 欲確認各菌種之優劣，有繼續試驗，及改良試驗實施管理方法，並在每一地區中增多重複試驗之必要。為供一般參考，茲將二年中田間試驗結果綜合如表 25 。表中第三年結果詳見商品接種劑試驗。

表 24 各參試處理在兩地區兩次試驗結果及收量高低之次序表

菌　種	名　稱	62 A	91 C	130 A	810 美純菌	日本純菌	德商品	美商品	ck	804 美純菌	$96B_9$ 美純菌
第一年	長安區			2	5	4	3		6		
	臺中區	1	5	4	6	2	7	3-4	8	3	6-7
第二年	長安區	2	5	4	3	1	6	7	8		
	臺中區	5	4	6	1	3	7	2	8		

(二) 紫苜蓿田間接種根瘤菌試驗

1　試驗目的與方法

本試驗係用以比較根瘤菌 AN_2、AN_5 兩品種與不接種 CK_1、CK_2 對紫苜蓿生草收量之影響。民國46年12月10日播種，試驗地點在臺中農學院農場。試區規劃為 5m×3.3m，面積為 $16.5m^2$，每小區條播5 行，行距 70cm ，外行距離畦邊 25cm 。全試驗區計共八區集，即每菌種重複八次。每一區集中設不接種區兩個，連同兩種參試菌種計共四處理參試，全試驗共設 $8\times4=32$ 小區，採用逢機完全區集法設計。

2　試驗結果：

收割共兩次，第一次收穫期 47年3月25日，第二次收穫期在 47年5月20日，每次收割之各小區青草量按全區公斤收量，伸為公頃100 公斤之改算因子為 60.60606，以此數乘各到公斤數即得各區之公頃100 公斤記錄，再將各值整理獲表 26、27。

表 25 羽扇豆根瘤菌接種試驗 （民國 45~48 年）

試驗年度	試驗地名 ＼ 處理菌種 生草收量（公斤/公頃）	62A 產量	62A 指數	91C 產量	91C 指數	130A 產量	130A 指數	93B 產量	93B 指數	804 產量	804 指數	810 產量	810 指數	美國商品接種劑 Nitragin 產量	美國商品接種劑 Nitragin 指數	日本純菌 產量	日本純菌 指數	德國商品接種劑 產量	德國商品接種劑 指數	未接種 產量	未接種 指數
民國 45~46 年	湖口馮家茶園					55,581	176			5,033	160	4,332	136			4,568	144	4,832	152	3,177	100
	長安四湖合作農場	8,373	114	8,862	121	8,714	119	8,714	119	7,855	107	8,396	114	8,396	114	8,559	117	9,878	135	7,336	100
	臺中農院農場	50,694	317	47,230	295	47,500	297	45,000	281	49,044	307	47,084	294	49,222	308	50,139	314	44,264	277	15,991	100
民國 46~47 年	臺中農院農場	42,559	235	42,814	236	38,514	212					46,195	255	45,777	252	44,796	247	21,534	119	18,144	100
	新竹長安四湖合作農場	39,978	121	35,278	107	36,415	110					39,142	119	34,178	104	41,241	125	34,524	105	32,997	100
民國 47~48 年	省立農學院農場					48,491	202													24,000	100

表 26 公頃 100 公斤青草量

收次	處理＼區集	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	分收穫期之菌種總計	分收穫期之接種與否總計
1	CK_1	83	66	73	64	74	48	50	41	499	1024
	CK_2	84	66	69	86	61	47	65	47	525	
	AN_2	71	83	114	92	86	82	70	77	675	1316
	AN_5	111	72	83	82	77	100	49	67	641	
小總計		349	287	339	324	298	277	234	232	2340	
2	CK_1	104	70	88	31	41	54	38	53	479	914
	CK_2	67	56	61	51	38	67	45	50	435	
	AN_2	102	132	84	121	98	133	76	106	852	1601
	AN_5	165	93	72	73	116	98	68	64	749	
小總計		438	351	305	276	293	352	227	273	2515	
區集總計		787	638	644	600	591	629	461	505	4855	

表 27 兩次收穫各小區之總量（公頃100公斤）

收次	處理＼區集	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	不分收穫期之菌種總計	不分收穫期之接種與否總計
1	CK_1	187	136	161	95	115	102	88	94	978	1938
	CK_2	151	122	130	137	99	114	110	97	960	
2	AN_2	173	215	198	216	184	215	146	183	1527	2917
	AN_5	276	165	155	155	193	198	117	131	1390	
區集總計		787	633	644	600	591	629	461	505	4855	

（三）統計分析結果：經變方分析得表 28.

表 28 變方分析結果表

變異原因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 F 值 5 %	理論 F 值 1 %
區集	7	8404.85	1200.69	—		
接種與否	1	14975.64	14975.64	40.880√√	4.30	7.94
菌種間	1	586.53	586.53	1.601	〃	〃
主區機差	22	8059.21	366.33	—		
收穫次第間	1	478.51	478.51	1.948	4.18	7.60
收穫與接種與否	1	2438.89	2438.89	9.929√√	〃	〃
收穫與菌種間	1	148.79				
副區機差	29	7123.31	148.79	—		
總計	63	4225.73	245.63			

觀表 23 可知接種與否有極顯著之實測 F 值，其結論即爲接用兩種根瘤菌之平均比較不接種對紫苜蓿之生草收量確可增產，其效應估數爲：

$$V vs\ CK = \frac{1}{8\times2\times2}〔2917-1938〕=30.59$$

意即接種處理較不接種處理增產之估數爲每公頃 3059 公斤，增產百分率應爲：

$$\frac{30.59}{\frac{1938}{32}}\times100=50.52\%$$

菌種間之差異不顯著，但略呈 AN_2 優於 AN_5 之象，其估數之相差平均每公頃爲：

$$\frac{100}{8\times2}〔1527-1390〕=856.25公斤$$

收穫次第與接種與否有極顯著之實測 F 值，其結論爲接種與否之優劣在不同收穫次第中並不相同，參閱初步整理所得之表，可知在第一次收穫中，接種處理較不接種處理高產之程度不及第二次收穫者大。其效應估數爲：

$$\frac{1}{8\times2\times2}〔1024+1601-1316-914〕=12.34$$

意即第一次收穫中不接種處理之收量尚不致太低，在第二次收穫中則不接種處理特別顯現低產，換言之，在不考慮（因以上已曾考慮）接種與否之差異場合下，不接種處理之第一次收穫量及接種處理之第二次收穫量平均較不接種之第二次收穫量及接種處理之第一次收穫量平均每公頃多產1234公斤。有收穫次第愈後，則接種處理優於不接種處理之程度愈高之傾向。此或因紫苜蓿初期生長時尚可由其根部直接吸收土壤中僅存之有效氮素，故不接種處理尚不致太壞，迨後此種土壤中原有之氮素頻於利用將盡即盡，不接種處理遂陷於缺氮狀態，接種處理得根瘤菌之助，可利用根瘤菌固定空氣中之氮素，故其生長不致受阻，乃得更爲高產之結果。

（三）落花生田間接種根瘤菌試驗

1　試驗方法：

本試驗之參試菌種共有 8 個，每一重複並加入 4 個不接種試區作對照（CK），共成 12 種參試處理，茲列其代號及菌種名稱如表29。本試驗之每一參試處理重複 6 次，即全試驗共有 6 個區集，12×6=72 個小區。

本試驗之試區寬 2.3m，長2.35m，每區八行，行距 30cm，邊行區間之溝邊距離爲 10cm，每行播種 16 穴，穴距爲 15cm，邊穴距溝 5cm，試區中之作物成熟時，祇收中間 6 行，每行祇收中間 14 穴，故其收穫面積僅有 1.8×2.1=3.78m²，原資料爲每區種仁公斤重量，故其公頃10公斤之改算因子應爲264.5503。本試驗之設計方法係採用假處理（Dummy Treatment）之逢機完全區集設計法。本試驗曾於同時分在各地舉行。

表 29 處理代號及菌種名稱

代號	菌種名稱	代號	菌種名稱
(1)	PN_1F-B	(7)	CF_2-C_1
(2)	PF_1-C	(8)	CF_{10}-A
(3)	PF_3-A	(0) A	不接種即 CK
(4)	PF_5-E	(0) B	〃
(5)	PF_{25}-A	(0) C	〃
(6)	CF_2-B_3	(0) D	〃

2　試驗結果：

各地區試驗結果，其中有因試驗地之土壤地力均度太低，管理欠週，以致缺株太多，機差太大均無顯著可信結果，祇有溪湖糖廠水尾農場一試驗之結果差強人意，故僅將該試驗結果作統計分析及各項顯著性測驗於後。本試驗在民國 47 年 3 月 1 日播種，7 月 2 日收獲，原資料經改算及初步整理得下列公頃 10 公斤之兩向表如表 30

表 30 落花生根瘤菌菌種比較試驗溪湖水尾農場結果紀錄表

(仁重單位公頃10公斤)

區 菌種	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅴ	Ⅵ	菌種總計	接種與否總計
(1)	152	167	99	176	176	161	931	7349
(2)	156	153	180	208	180	156	1013	
(3)	139	145	181	201	181	91	938	
(4)	124	173	200	202	192	171	1062	
(5)	155	143	160	144	175	147	924	
(6)	144	144	86	197	186	160	917	
(7)	94	94	197	151	182	115	833	
(8)	104	163	116	163	104	81	731	
(0) A	97	139	131	131	168	168	834	3026
(0) B	93	63	119	190	127	167	759	
(0) C	87	127	74	140	143	141	712	
(0) D	90	107	153	115	115	141	721	
區集總計	1415	1618	1696	2018	1929	1699	10375	

(三) 統計分析結果：

經變方分析結果如表 31

表 31 變方分析結果表

變因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集間 (B)	5	19702.23	3940.446			
接種與否 (VRSCK)	1	11682.00	11682.000	14.302 VV	4.01	7.10
菌種間 (VR)	7	12092.98	1727.570	2.145	2.175	2.960
機差 (E)	58	47375.11	811.810			
總計 (T)	71	90852.32				

觀表 31 可知接種與否之實測 F 值呈極顯著，意即參試 8 菌種之平均確較不接種處理之平均爲高產，其效應爲：

$$V_{RVSCK}=\frac{1}{6\times8}(7349)-\frac{1}{6\times4}(3026)=27,021$$

即每公頃高產 270.21公斤，爲不接種處理之 21.43% ，今再作個別比較於下：

1. 各菌種之平均與 CK 之平均相差 L.S.D.

$$\bar{D}_1 = t^{58}_{.05} \times S\bar{x} \times \sqrt{\frac{1}{6}+\frac{1}{24}} = 2.002 \times \sqrt{816.810} \times \sqrt{\frac{5}{24}} = 26.123$$

$$\bar{D}_2 = t^{58}_{.01} \times S\bar{x} \times \sqrt{\frac{1}{6}+\frac{1}{24}} = 2.664 \times \sqrt{816.810} \times \sqrt{\frac{5}{24}} = 34.762$$

2. 各菌種間之平均相差 L.S.D.

$$\bar{D}_1 = t^{58}_{.05} \times S\bar{x} \times \sqrt{\frac{2}{6}} = 2.002 \times \sqrt{816.810} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 33.045$$

$$\bar{D}_2 = t^{58}_{.01} \times S\bar{x} \times \sqrt{\frac{2}{6}} = 2.664 \times \sqrt{816.810} \times \sqrt{\frac{1}{3}} = 43.972$$

表 32 種仁產量梯形比較表

菌種代號	平均仁重	(4)	(2)	(3)	(1)	(5)	(6)	(7)	(CK)
(4)	117.00								
(2)	168.83	8.17							
(3)	156.33	20.67	12.50						
(1)	155.17	21.83	13.66	1.16					
(5)	154.00	33.00	14.83	2.33	1.17				
(6)	152.83	24.17	16.00	3.50	2.34	1.17			
(7)	139.00	√ 38.00	29.83	17.33	16.17	15.00	13.83		
(CK)	126.08	√√ 50.92	√√ 42.75	√ 30.25	√ 29.09	√ 27.92	√ 26.75	12.92	
(8)	121.83	√√ 55.17	√√ 47.00	√ 34.50	√ 34.34	32.17	31.00	17.17	4.25

觀表 32 可知在 36 個相差中，祇有 4 個爲極顯著， 7 個爲顯著，在此表中有一特殊之點，即前作綜合測驗結果曾得結論謂 8 菌種之平均確較不接種之平均高產，惟今在個別比較中，又得在此 8 菌種中有 CF_{10}-A一菌種與 CK 之相差雖不顯著，但其平均產量反較不接種者低產，故其他七菌種與此一菌種之相差多數亦呈顯著，至於其他七菌種之間，則無甚顯著之差異。

(四) 大豆田間接種根瘤菌試驗

I. 大豆品種及根瘤菌品系之複因子試驗

1 試驗方法：

本試驗係在屏東市高雄農林改良場舉行，民國 47 年 2 月 26 日播種， 5 月底開始收穫。至 6 月底收完（因各種大豆品種成熟期不同）。參試項目有大豆品種五個，菌種兩個，採用主區排成拉丁方格之裂區設計法，以五個大豆品種爲主處理，故重複五次，以二菌種及不接種處理三者爲副處理，即每一主區含有三個副區。每一副區寬 2.4m，長 7.9m，行距 0.5m。播種 5 行，叢距 25cm，每行 32 叢。副區之開設溝寬 30cm，以三個相鄰之副區構成一個主區，全試驗計共 5×5=25 個主區， 25×3=75 個副區，收穫時，每一副區只收中間三行，每行只收中間 28 叢，故其收穫面積爲 $3 \times 0.5 \times 0.25 \times 27 = 1.5 \times 7.0 = 10.5m^2$。

2　試驗結果：

原紀錄為每一副區收穫面積之公斤數，故其公頃 10 公斤之改算因子為 10000÷(10.5×10)=95.2381，其田間排列及各副區大豆種實產量如表 33。

表 33 大豆品種及根瘤菌種複因子試驗種植產量圖及種實產量

(實重單位：10公斤/公頃)

	a	93		c	75		a	68		a	129		b	73
A	c	83	E	a	70	B	b	90	D	c	188	C	a	90
	b	71		b	78		c	72		b	152		c	76
	c	90		c	100		c	76		a	68		b	152
C	b	86	B	a	83	A	a	60	E	b	88	D	c	141
	a	107		b	83		b	76		c	105		a	108
	c	80		c	84		a	122		a	79		b	81
E	a	95	C	b	108	D	c	110	A	b	87	B	a	64
	b	109		a	118		b	100		c	91		c	64
	a	175		c	110		a	98		b	84		c	63
D	c	220	A	a	88	C	b	171	B	a	69	E	b	75
	b	173		b	103		c	82		c	63		a	79
	b	94		a	190		b	77		a	59		c	85
B	a	103	D	c	178	E	c	90	C	b	72	A	a	73
	c	101		b	176		a	69		c	89		b	77

表 33 中大寫英文字母代表各參試大豆品種，A(珠仔豆)、B(愛家豆)、C(三國豆)、D(百美豆)、E(十石豆)；小寫英文字母代表根瘤菌種處理，a 代表不接種，b 代表美國商品接種(GN) c 代表本省分離菌種 Gy_9B_5，各個阿拉伯數字表示各個副區之每公頃 10 公斤產量。

3　統計分析結果如表34

表 34 變方分析結果表

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F 值	理論 F 值 25%	10%	5%	1%
橫行 (R)	4	3124.94	781.2350	—				
並列 (C)	4	7936.67	1984.1675	—				
大豆品種 (V_S)	4	50483.07	14620.7675	16.703VV	1.55	2.48	3.26	5.41
主區機差 (Ea)	12	9783.99	875.3325					
處理 (5)	(2)	697.95	348.9750	1.255	1.44	2.44	3.23	5.18
接種與否 ($V_{R V S} C_K$)	1	695.53	695.5300	2.502	1.36	2.84	4.08	7.31
菌種 (V_R)	1	2.42	2.4200	—				
大豆品種×處理 (Vst)	(8)	1957.25	244.6562	—				
大豆品種×接種與否 ($V_S R_{V S} C_K$)	4	395.97	98.9925	—				
大豆品種×菌種 ($V_S V_R$)	4	1561.28	390.3200	1.404	1.40	2.09	2.61	3.83
副區機差 (Eb)	40	11118.80	277.9700					
總計 (T)	74	93102.67						

觀表 34 各種實測F 值測驗結果，大豆品種之實測 F 值顯著，即大豆品種間之產仁量有顯著之相差，此非本試驗之目的。菌種方面，所有實測F 值均未達 5 %及 1 %之顯著標準，接種與否雖得有較大之實測 F 值但若粗放的視爲顯著，其冒險機率約在 15% 左右，距一般性之標準 5 %實嫌太遠，其效應爲：

$$V_{R.V}SCK=\frac{1}{50}(5061)-\frac{1}{25}(2369)=6.46$$

即在所有參試大豆品種之綜合立場下，兩參試菌種平均較不接種處理每公頃增產 64.6 公斤，或 6.82%。

表 35 大豆種實產量指數表

大豆品種	菌種處理	平均公頃公斤種實產量	指數
(A) 珠仔豆	a	804	100.00
	b	828	102.98
	c	890	110.70
(B) 愛家豆	a	784	100.00
	b	864	110.20
	c	800	102.24
(C) 三國豆	a	944	100.00
	b	1020	108.05
	c	860	91.10
(D) 百美豆	a	1444	100.00
	b	1506	104.29
	c	1674	115.93
(E) 十石豆	a	762	100.00
	b	854	112.07
	c	826	108.40

觀表 35 可知在未可深信之原則下，除三國種用本省分離菌效果不良外，其餘不論任何大豆品種，用任何菌種接種後均收增產之效，其增產量最低有2.24%，最高有 15.93%。兩參試菌種之功效，幾乎可說毫無差別（10.7518--10.5634=0.1884%），故其高低優劣尚難斷言。

II　三國種大豆之根瘤菌接種試驗

1　試驗目的：由於前項大豆品種及根瘤菌複因子試驗五種大豆品種中除三國種外均有增產之效，而三國種爲本省北部適宜之品種，故再擇苗栗地區田四種菌種加以試驗。

2　試驗方法：試區在苗栗鎮維祥里五四之一號，民國 47 年 8 月 3 日播種，同年 11 月 16日收穫，採用逢機區集法，小區面積與前試驗同，全試驗含有六個區集，共計 6×5=30 試區。

3　處理項目：

處理代號	a	b	c	d	e
菌種	GN_5	GY_9-B_5	GY_{13}-A_1	GB_{17}-A_4	不接種

4　試驗結果：大豆種實收量結果經整理完畢後如表 36。

表 36 大豆種實收量 10公斤/公頃

處理＼區集	I	II	III	IV	V	VI	菌種總計
GN_5	238	163	130	126	130	125	912
GY_9-B_5	283	256	274	355	327	246	1741
GY_{13}-A_1	246	221	205	222	226	240	1360
GB_{17}-A_4	422	254	250	182	222	406	1736
CK	136	103	173	154	110	197	878
區集總計	1325	1002	1032	1039	1015	1214	6627

5　統計分析結果：

變方分析結果如表 37。收量比較及顯著性測驗結果如表 38。若以不接種爲標準之平均及收量百分率之顯著性測驗結如表39。

表 37 變方分析結果

變異原因	自由度	平方和	均方	實測F值	理論F值 5%	理論F值 1%
區集	5	17734.70	3546.94			
處理	(4)	(118929.87)	29732.47	104.162	2.71	4.10
接種與否	1	41701.41	41701.41	14.250	4.35	8.10
菌種之間	3	77228.46	25742.82	8.798	3.10	4.94
機差	20	58516.19	2925.31			
總計		195180.76				

表 38 收量比較及顯著性測驗

處理	平均收量 (公斤/公頃)				
GY_9-B_5	2902	b			
GB_{17}-A_4	2893	9	d		
GY_{13}-A_1	2267	635	626	c	
GN_5	1520	1382	1373	747	a
CK	1460	1439	1430	804	57

$$L.S.D_1 = t_{.05} \times s \times \sqrt{\frac{2}{n}} \times 10$$

$$= 2.086 \times \sqrt{2925.3095 \times \frac{2}{6}} \times 10 = 651.5 \text{公斤/公頃}$$

$$L.S.D_2 = t_{.01} = s \times \sqrt{\frac{2}{n}} \times 10$$

$$= 2.845 \times \sqrt{2925.3095 \times \frac{2}{6}} \times 10 = 888.5 \text{公斤/公頃}$$

表 39 平均收量百分率之顯著性測驗結果（不接種爲標準）

GY_9-B_5	198.29	b			
GB_{17}-A_4	197.72	.53	d		
GY_{13}-A_1	154.90	43.39	42.32	c	
GN_5	103.37	94.42	93.35	51.03	a
CK	100.00	98.29	97.72	54.90	3.37

$$L.S.D.(\%) = t_{0.05} \times S \times \sqrt{\frac{2}{n}} \times \frac{100}{Xck}$$

$$= 2.086 \times \sqrt{2025.3095 \times \frac{2}{6}} \times \frac{100}{\frac{878}{6}}$$

$$= 44.52\%$$

$$L.S.D.(\%) = t_{0.01} \times S \times \sqrt{\frac{2}{n}} \times \frac{100}{Xck}$$

$$= 2.845 \times \sqrt{2025.3095 \times \frac{2}{6}} \times \frac{100}{\frac{878}{6}}$$

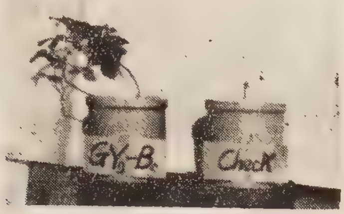
$$= 60.72\%$$

觀變方分析結果表 37 ，可知處理均方之極顯著，不但導因於接種與否，且參試各菌種間亦有顯著之不同反應，此種結果爲過去在本省所作之試驗所從未有者，此或苗栗地區之農田土壤、氣候及夏播極適宜於該豆科及根瘤菌生長。根據收量比較及顯著性測驗結果如表 38 ，即得最優菌種應爲 GY_9-B_5 及 GB_{17}-A_4二 者，此兩菌種之差有限爲極不顯著，且均較其餘兩種菌及不接種處理呈極顯著之高產，又菌種 GY_{13}-A_1 雖確遜於上述二菌，但較菌 GN_5 及不接種處理亦是極顯著之增產，至於 GN_5 與不接種之差則極不顯。上列兩種收量比較方式，一爲平均公斤/公頃之差數，一爲以不接種處理之收量爲 100 時各菌種之百分率及彼此間之差數由表 39 可知GY_9-B_5及GB_{17}-A_4 對不接種之增產幾及一倍，GY_{13}-A_1 菌種亦較不接種處理增產 54.9%，其功用之宏大誠屬驚人，至此三菌種增產百分率之可信界限可參考表40。

表 40 增產百分率之双尾可信界限表

菌種名稱	機率爲 95 %之增產%之可信界限	機率爲 99 %之增產%的可信界限
GY_9-B_5	142.81%>98.29%>53.77%	159.01%>98.29%>37.57%
GB_{17}-A_4	142.24%>97.72%>53.20%	158.44%>97.72%>37.00%
GY_{13}-A_1	99.42%>54.90%>10.38%	

表 40 係在 5%之冒險程度時，則 GY_9-B_5 菌種最大可有142.81 %之功效最小亦有 53.77 %之增產功效， 又 1% 冒險程度時則 GY_9-B_5 菌種最大可有 159.01% 之增產功效，最小亦有37.57%之增產功效。



圖一 無氮砂耕接種試驗（一個半月）



圖二 三國種大豆田間接種根瘤菌與未接種者比較，（苗栗）。

四、商品接種劑試驗

(一) 影響測數根瘤菌菌落準確度之技術研究

1 試驗目的：

試驗根瘤菌之培養基與接種劑，甚至菌種比較等研究工作，均測數稀釋法平面培養之菌落，以決定供試品之優劣。惟往往因處理項目多，手續繁，吸取菌懸液(Bacterial suspension) 之次數與時間俱增，則菌懸液與空氣之接觸機會隨之加多，以至污染雜菌之可能性亦大。一旦培養皿污染雜菌，不但菌數測數不易；且剝奪根瘤菌之養分，使根瘤菌生長不良，甚至有些雜菌可能產生某些化學物質，與根瘤菌起頡頏作用，致使根瘤菌之菌數較應得者為少，而影響試驗之正確性，諸如其他手續，亦無一不以避免雜菌，力求均一為原則。為求減少雜菌污染，並使各培養皿所接種之菌數差異不大起見，先使欲行接種之某稀釋菌液，同時稀釋五瓶，因此每瓶只有 1/5 吸取菌液之機會；換句話說，接種之菌懸液與空氣接觸或污染雜菌之機會則減少 4/5，惟五瓶間之菌數，是否近似，抑或差異很大，則須預行試驗，再根據統計分析結果，決定該試驗法之可靠性，並可觀其得失，供今後利用此法操作試驗之參攷與改進。

2 試驗方法：

(1) 稀釋：

將裝有充作稀釋用之無菌水之三角瓶，全部移入無菌箱，去棉塞，換蓋 0.1% $HgCl_2$ 液濕透之無菌紗布（夾棉花）於瓶口上，以防雜菌落入無菌水中，並便於吸取菌液。然將後取瓶出，依次按圖三取菌作連續稀釋，使成不同濃度之菌懸液，最後之稀釋瓶則為供試之菌液。

(2) 接菌：

取最後之稀釋（1：1,000,000）菌液 1ml 放入無菌培養皿中每瓶共取20次，五瓶共吸放 100 個培養皿。另以無菌吸管吸取無菌水 1ml ，同法吸放五個培養皿，以為對照（檢視培養皿殺菌是否完全）。吸菌液之先，須將瓶按一定次數（五次）順時針，反時針，前後左右來回搖動，使菌在稀釋液中分佈均勻。瓶之傾斜度及每次吸管放入瓶中之位置須一定。當吸放菌液入培養皿時，最後一滴必須與皿底接觸，否則影響菌數，違反試驗目的。

(3) 傾倒培養基：

將已溶解之甘露醇酵母浸出汁固體培養基冷至約45°c（將培養基瓶貼近臉不覺灼熱即可），約傾 10ml 左右入已放菌液之各培養皿中，即行順時針，反時針，上下左右方向移動各五次，目的在使菌之分佈均勻，不致有過疏或過密之弊。

(4) 培養：

待培養基凝固成平面後，倒轉，移入保育箱中 (Incubator) 於 25～28°c 下培養，一週後測數菌落。

(5) 菌落測數：

移欲測之培養皿於菌落測數器上，選取邊緣完整表面凸起，光滑、乳白半透明之菌落，用逐機法測數五小格（每 1 小格面積 1cm²）內之菌落，將各小格數得之菌落分別登記成原始資料，再以生物統計法分析結果，作今後稀釋平面培養法測數菌落之參攷。

3 試驗結果，五個對照皿無雜菌，餘95個培養皿（原定100 個培養皿，因雜菌放棄五皿）之菌數，以逐機取樣法測數五小方格，每格菌數分別記錄如表 41 ，經變方分析與成因分析結果而獲之結論如下：

(1) 小方格間之變異程度最大，培養皿間者次之，三角瓶間者最小。

(2) 增進準確程度之最有效方法爲增加每培養皿中應測數之小方格數，其次爲增加培養皿數，增加三角瓶數之効力最低。

(3) 設 Cm 爲三角瓶試材一個所費之值（成本或時間）

Cn 爲培養皿試材一個所費之值（成本或時間）

Cp 爲每個培養皿測數小方格之值（成本或時間）

按公式：$\frac{Cr}{Cs}=\hat{p}^2 opt.S_e^2/s^2$ 計算 $\frac{Cm}{Cn}$，得 176.59，即平均每備三角瓶一個之所費，適爲一個培養皿試材所需者 176.59 倍時，則每個三角瓶吸取 19 次，每次吸放 1ml 入培養皿進行試驗最爲經濟，倘 Cm>176.59Cn，惟有減少三角瓶數目或增加每個三角瓶吸取之次數方爲有利，反之，Cm<176.59Cn 時，其情形則適反。

再觀培養皿試材一個之所費與測數一個小方格之所費何者較爲經濟一節，亦按上式計算 $\frac{Cn}{Cp}$，獲 2.705，即平均每個培養皿試材之所費，適爲每測數一個小方格所費者 2.705 倍時，則每培養皿測數 5 個小方格最爲經濟，若Cn>2.705Cp，則祇有減少培養皿數或增加每皿測數之格數較爲

表 41 各培養皿測數五小格之菌數

瓶號	I						II						III						IV						V					
	一小方格菌落數					平均值	一小方格菌落數					平均值	一小方格菌落數					平均值	一小方格菌落數					平均值	一小方格菌落數					平均值
皿號	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	65	50	38	49	40	48	37	41	48	47	46	44	57	43	35	38	31	41	40	47	36	50	19	38	50	59	55	58	32	51
2	38	64	67	48	34	50	51	49	52	44	41	47	60	42	55	47	44	50	65	59	55	40	56	57	67	57	53	30	37	48
3	54	39	49	36	27	41	48	41	44	47	41	44	61	58	50	44	45	50	23	45	41	36	32	37	35	45	43	36	42	40
4	52	44	46	44	32	43	45	43	45	44	49	45	47	52	67	49	44	51	50	55	46	39	43	46	47	56	43	48	44	47
5	39	40	39	41	47	41	43	48	47	42	45	45	49	36	44	34	36	40	34	31	37	30	46	37	43	47	32	32	47	40
6	48	49	45	45	50	47	44	48	42	57	38	46	41	48	43	35	51	43	59	43	53	43	27	45	38	61	49	48	53	50
7	45	38	62	34	39	43	41	36	36	25	45	36	44	42	42	31	49	41	43	46	47	34	35	43	38	51	54	43	56	48
8	37	53	49	43	[illegible]	42	32	46	48	51	49	45	38	48	48	39	44	43	40	81	37	56	45	51						
9	65	23	45	41	24	40	49	33	37	42	39	40	30	73	70	32	43	51	32	51	44	30	46	40	60	56	60	50	46	54
10	41	51	37	43	36	41	41	41	42	79	23	45	50	52	30	49	29	43	40	40	42	41	51	43	36	59	65	36	39	41
11	37	33	36	30	35	36	43	37	36	42	34	38	56	49	68	53	51	55							64	54	55	50	35	51
12	50	56	45	48	35	47	51	44	44	61	45	50	48	63	44	35	39	45	45	59	43	35	20	41	47	44	52	48	42	46
13	39	40	39	41	47	41	66	44	43	49	58	52	35	44	43	31	40	38	38	43	35	48	27	38	51	41	38	25	34	38
14							64	35	48	48	46	48	46	41	44	42	50	44	57	43	34	61	38	46	48	55	49	44	47	48
15	31	37	25	27	35	30	42	40	42	45	39	41	59	46	47	40	47	47	49	44	41	46	40	44	35	33	40	51	36	40
16	40	34	46	60	31	42	31	44	46	39	38	40	44	48	38	46	24	40	46	45	40	44	42	43	61	41	53	62	55	46
17	37	52	41	36	35	40	44	42	53	51	42	46	54	54	49	47	45	48	49	48	35	55	47	47	48	58	65	50	54	54
18	40	46	38	39	43	41							53	43	34	37	30	40	55	45	23	41	44	41	38	48	27	42	47	40
19	45	36	36	41	43	40	49	52	48	45	44	47	58	53	66	48	35	34	35	52	35	28	32	36	60	40	69	47	45	52
20	41	44	28	36	34	36	53	54	50	56	21	47							37	41	50	52	44	45	64	37	63	53	42	53

有利，反之，Cn<2.705Cp，其情形亦相反。惟一般情形，每備一個三角瓶試材所需之費用，似不會超過備 176.59 個培養皿之試材的總費用，即 Cm>176.59Cn，換言之，五個三角瓶似嫌過少，每三角瓶之菌液分置於 19 個培養皿，則又似嫌過多，又每備培養皿試材一個，所需之費用似較 2.705 個小方格所需之費用爲多，即 Cn>2.705Cp，換言之，因欲達成經濟而準確之目的，即應減少培養皿數或增加每培皿測數小方格數。

將培養基傾入已放入菌液之各培養皿後增加其搖動次數及改良其搖動方法，或將不失爲增進試驗準確程度之一途。

（二）根瘤菌培養基廉價化試驗

I 引言

微生物生長所需之養分，各有其一定範圍，隨各微生物之習性而不同。一般說來，不外乎"生長"與"能力"的需要。供生長需要的物質，如有機、無機含氮化合物及維生素等；供能力需要者，如碳化合物、蛋白質等，而無機鹽類又爲生長與能力所不可缺少之要素，諸如細胞膜之平衡、滲透壓之調節，酵素作用之促進等等生命現象，無不全賴無機物所左右。此外，有些微生物尙需要其體內不能合成之生長要素，賴以刺激生長。就根瘤菌來說，能刺激其生長之物質如生長素）biotin）對三葉草根瘤菌（R. trifolii）生長很爲重要，然其體內不能合成（81），如加添生長素（biotin）於培養基中，則該菌生長良好。

微生物之培養，有賴於基質供給養分，通常分爲天然與人工合成兩種，爲應試驗需要多以合成者爲方便。按各微生物之營養需要，配合成固體或液體狀態之各種基質，是所謂培養基。然而儘管人爲方法如何處理或抑究難使微生物之生長環境趨於自然，但也難有一種萬能的培養基，適合於各種微生物生長繁殖。

某種微生物在某種培養基上生長不良，甚至培養失敗，極可能是缺乏一種或多種重要的生長物質，因此欲使某種微生物能培養成功，對培養基之選擇是非常重要的。

II 前人研究

研究根瘤菌之營養係用各種人爲方法，添減某些養分作成培養基，培養豆科根瘤菌，觀察其生長情形及菌數之多少，決定某養分是否需要。茲將前人試驗結果，綜合之，簡述於下：

1. 植物浸出汁（Plant extract）

有些豆科植物浸出汁，可以使根瘤菌生長良好。據 Thorne 與 Brown（64）兩氏試驗結果，新鮮某豆科浸出汁培養該豆科根瘤菌生長良好，惟有些豆科浸出汁則對他種豆科根瘤菌爲害。Chen、Nicol與 Thornton 等氏指出無效根瘤菌所形成之根瘤浸出汁，抑制根瘤菌生長，有效者則刺激生長（20），一般植物浸出汁之刺激大小，因植物種類而異。Allison 氏述及蔬菜、果實及其他農作物 26 種之浸出汁，雖其濃度不同，但均能刺激根瘤菌之發育（1）除了植物浸出汁可直接或間接作爲許多營養因素外，諸如消化蛋白（peptone）（60）、種子與種芽（22）（34）（35）、黴菌（mold）（75）、非共生好氣性固氮菌（Azotobacteria）（11）（23）（46）與根瘤菌等（19）或根瘤浸出汁（35）（36）（37）、天然腐植酸（12）、稻草（40）以及其他物質（9）（10）（66）（65）等，均可供作營養源。

一般培養基常採用酵母浸出汁配製，蓋因其對微生物之生長顯優異之效果，諸學者對此曾作下列數點解釋（8）（35），酵母浸出汁中含有：

（1）無機成分如 Fe、Ca、Mg、Na、K 等與微量元素 Ba、Mn、Cu、Al、Pb、V、Si（60）。

（2）有利於呼吸作用之某些物質。

(3) 容易被微生物利用的各種主要蛋白質之衍生物。

(4) 刺激微生物生長之各種維生素或生長素 (49) (50) (51) (52) 。

據 Allyn 與 Baldwin 二氏意見，認為酵母浸出汁可以平衡根瘤菌之氧化還元電位差 (13)，Thorne 與 Walker 氏認為該浸出汁對菌之呼吸作用有似一種強的"氫之給源" (Strong Hydrogen donator) (65) (68) 。

2. 無機物：

(1) 植物浸出汁中大都含有根瘤菌所需之無機養分。據大拓植及川村氏謂綠肥除含有一般之無機成分外，還含有微量元素如 Ti、Sr、Ba、Cr、Zn、Ni、Mn、Co、Cu、V、Mo、B 及 Pb。又許多學者均認為無機成分中之磷酸，為微生物所必須之養分。Thornton 及 Gangalee 氏述及含有磷酸鹽之牛奶培養基可促進具運動性球狀根瘤菌之形成 (1) 。

最適於根瘤菌生長之 Ca 量在 0.05~0.1 milli mole 之間。Seaulan 氏謂加少量之 $CaCl_2$ 於土壤浸出液中，可使大豆菌之生長延長，又可保持菌之活力 (1) 。據 Thorne與Walker (67) 氏謂硫酸亞鐵之含量在 5~10 ppm 時，對苜蓿與三葉草等菌最為適宜。一般言之，10 ppm $FeCl_3$ 較亞鐵鹽更為有利，如超過 40~60 ppm 則顯抑制作用。諸學者認為鐵實為菌生長之主要元素，並非具有刺激生長之作用。微量碘化亞鐵與硝酸鐵反可抑制生長，少量鈦 (Titamium) 鹽亦有利於生長。

關於微量元素與重金屬對根瘤菌之生育關係已有許多學者研究。據Fred、Baldmin 及 Mccoy 氏 (29) 研究報告 LiCl 在 0.1%，CsCl 在 0.1% 以上就有害於菌之生育。Müller 及 Stapp 氏之研究，認為少量 $MnSO_4$ (1 : 50,000~1 : 200,000) 對氮素固定有良好之效果。Whitng 氏述及硼 (1 : 10,000 硼酸)，對菌亦有良好效果。Uoicu 氏述硼加添於合成培養基培養蠶豆菌無害。根據大拓植及川村氏試驗微量元素之結果，認為微量元素用量多則有毒，適量時可刺激菌之生育。當葡萄糖作為碳素源時，少量錳、鉻、及鈦鹽對培養紫苜蓿菌甚為有效，但換以阿拉伯樹膠糖 (Arabinose) 則不明顯。又碳酸鉬與硫酸鉬可刺激羽扇豆根瘤菌之生長。倘硫酸銨為氮源時硫酸鈷有顯著效果 (1) 。

3. 有利於呼吸作用的物質或維生素 (生長素)

微生物利用氧化養分所產生之熱能生活繁殖，故當微生物生長之際，其培養基因微生物代謝之結果，顯還原狀態。

許多學者試驗結果證明三葉草根瘤菌需要維他命 B—類化合物 (Thiamine、Riboflavin、Pyfindoxino、B-alanine、Nicotinic、P-aminobenzoic Pentothenic acid), (44) (79) (80) ，生長迅速根瘤菌類，因生長素 (biotin) 之加添，往往顯有促進生長之效；而生長緩慢者，如大豆與豇豆屬菌則否，(78) (79) ，據 Nilson、Bjalfve 與 Burstrom 三氏指出，在適宜之 PH 值與具有效氮之情形下，加添適量生長素時，即顯刺激生長之作用，否則先需經過一段感應期 (Induction Period) 。(58)

Allison 及 Horver 氏，認為含有純糖之合成培養基加天然之腐植質時，三葉草與紫苜蓿菌之繁殖非常旺盛，而合成腐植質則無此效果；即天然腐植質有某特殊刺激作用之物質存在，Euler 氏稱此物為呼吸補助酵素，對菌之生長及呼吸為不可缺少之必要物質。此物質廣佈在一般植物體內，易被透析，其耐熱力亦強。West 及 Wilson (78) 謂硝酸鹽培養液加少量硫葡萄糖酸 (Thio-gluconic acid) 即降低氧化還元電位，在該液中菌移植三、四次生育良好，該氏認為根瘤菌能由單純的成分中合成其生育不可缺少之有機物質，該物質可能為維生素B—類化合物，並又用不含維生素之合成培養基繁殖該根瘤菌，發現 1gm 乾燥菌體中有 19.6mg 維生素之 B_1 (Thiamine). 又由 9mg 乾燥菌體得 0.37mg 之維生素 B_2 (Riboflavin) (1) 。

4. 氮素化合物：(2.76)

據Laird 與 West (41) 二氏謂 5~10ppm 有效氮量適宜根瘤菌生長。Gaw 與 Kung指出氨基酸並非根瘤菌之生長氮素源，其作用在刺激氧之消耗。Müller 及 Stapp 氏述及依菌種之不同，硝酸鹽之利用各異，其對菌之生育以及培養基之氧化還元陸有很大關係，又硫酸銨爲一般菌之有效氮素給源。Thorne 與 Walker 認爲氯化銨與天冬素 (Asparagin) 較硝酸鉀爲有效，Walker，Auderson 及 Brown 氏，用 Warburg 氏之裝置試驗三葉草、紫苜蓿等，蠶豆及豌豆菌之氧消費量，並比較酵母水、氯化銨、硝酸鈉、尿素及油氨基酸 (Alamine) 等氮素之利用，結果以酵母浸出液之效果特大，其他化合態氮素無甚效果，只有紫苜蓿對各種氮素化合有攝取之能力，但原因未明；據彼等認爲酵母浸出液含有比較單純之蛋白質及某種有機物或無機物質可以刺激根瘤菌之發育 (76)。

5. 碳水化合物及其他類似物質

關於熱能給源頗多研究。據 Baldwin 與 Mcloy 二氏試驗結果 (29)，所有根瘤菌對單、雙糖均能即刻利用；三糖、多糖、酒精、糖酸依次遞減，甚至有的根瘤菌尙能利用其本身所產生之膠質，惟大豆與豌豆類之根瘤菌則否。

Toshi 氏研究豌豆、豇豆及其他二、三種豆科植物根瘤菌，生育在土壤浸出液磷酸鹽加洋菜及 1%之各種糖類之培養基時，甘露醇被利用之量最多，乳糖最難利用。Neal與Walker二氏 (47) 認爲生長緩慢之根瘤菌對碳與氮之需要較爲特殊。阿拉伯樹膠 (Arabinose) 爲最好之碳源、甘露醇、甘露椦糖、甘油、乳糖、蔗糖被利用較少或竟不利用。據Wilson 與 Unbrait (57) 試驗，大豆根瘤菌 (R.japonicum) 培養於含有1%酵母浸出汁與 1% Krautjuice 以及非精製阿拉伯樹膠糖時，其細胞生產量較培養於甘露醇作爲碳素源者多兩倍。Foote Peterson 及 Fred 氏試驗紫苜蓿菌對葡萄糖醱酵最快，豌豆菌最慢。Neal 及 Walker 氏報告，乳糖與阿拉伯樹膠糖不論氮素源如何，紫苜蓿菌最易利用，又阿拉伯樹膠糖及其他糖類大豆菌最易利用，而甘露醇、甘露椦糖、甘油、乳糖、蔗糖很少被利用 (1)。

適合根瘤菌生長之培養基 (2)，早爲 1888 年 Beijerinck 氏所研究，當時 Beijerinck 用豆科植物汁之浸出液加動物膠與天冬素蔗糖等，配成培養基，分離培養根瘤菌而獲成功。其後相繼研究者絡繹不絕，如 Leurent 製成不含氮素培養基；Smith 配製葡萄糖，消化蛋白培養基；Hiltner 及 Stormer 氏用豆科植物浸出液加葡萄糖；Löhnis 用土壤浸出液加葡萄糖等等不勝枚舉。現今公認用酵母浸出液、甘露醇培養基最理想，因其適合各種根瘤菌之培養，且調製方便。

III 試驗目的：

根瘤菌最理想的培養基雖爲酵母浸出液甘露醇培養基前已述及，惟甘露醇非本省所產，市價昂貴，且有時不易購得，對根瘤菌之研究與應用甚爲不便，特將本省出產之蔗糖與甘油，並其他物質外加植物與土壤浸出汁，從事根瘤菌之培養與甘露醇所培養者作菌數與生長優劣之比較，以期取代，不但促進根瘤菌之研究工作，且節省外滙，是乃本試驗之目的所在。

作者曾先後取用甘油、蔗糖、蒟蒻、蜜糖等直接代替甘露醇充作碳源，而以甘蔗渣、米糠、堆肥、木屑、馬鈴薯、甘藷、濾泥、香蕉、木瓜、玉米果心、豆腐水、豆粉之漿水、黃豆芽、甘藍頭、葉甜菜、根甜菜、酵母廢水、糖蜜、土壤、花生仁、海帶等作成浸出汁，加以試驗。已證實甘油、蔗糖、甘蔗渣、米糠、堆肥、馬鈴薯等作爲培養基有效外，後又發現黃豆芽、甘藍頭、葉甜菜、糖蜜、蒟蒻、花生仁、土壤、海帶等均屬有效，其餘無效，進而將效果較佳者作選拔試驗，惜試驗期間非葉甜菜生長期，又蒟蒻價格並不低廉，故此兩種材料未參加比較試驗。

Ⅳ　試驗方法：

各參試材料如非充作碳素源而僅供補助效果者，則先提取浸出汁，外加甘油或蔗糖代替甘露醇充作碳源，加或不加酵母浸出汁（氮源）與碳物質等作成各種培養基，按前試驗方法，比較菌數多少與菌落生長情形（大小）作培養基優劣之決定，本試驗已將個別試驗之無效培養基淘汰，效果較好者逐一作進一步之研討與比較。

1. 試驗材料與處理：

(1) 植物浸出汁：按各材料之體積而定加水量，通常以使碎物質之體積浸水中一寸許爲度，各試料之重量與加水量如表 42，內中米糠加酸水解，海帶分加酸、加鹼、不加酸鹼三種處理提取浸出汁，中和後再按其他成分如表 43 配成不同的培養基。

表 42 各試料處理劑量表

材料	重量 (gm)	水量 (ml)	處理	浸出液 (ml)
海帶	187	6,000		4,700
(鹼)海帶	187	6,000	2ml NaOH(1N)	4,700
(酸)海帶	187	6,000	1ml HCl (10N)	4,700
米糠	900	5,000	1ml HCl (10N)	3,800
黃豆芽	1,175	5,000		3,800
土壤	1,000	1,200	$CaCO_3$ 2gm	1,000

(2) 酵母浸出汁：秤無澱粉壓榨酵母 100gm 在 1000ml 水中煮 3—4 小時，靜置一週，使酵母細胞全部沈底，取上部草黃色液體，用離心器再分離酵母細胞，每 100ml 清酵母液裝一瓶，置 15lb 壓力下殺菌 30 分鐘待用（每 100ml 酵母液含氨基酸氮 50—60 mgm）。

(3) 土壤浸出汁：取 1000gm 田園土放入 1200ml 水中加 2gm 碳酸鈣，置殺菌器中加熱30分鐘，上部懸濁液沉清，用重疊漏斗式與雙層濾紙過濾，同法殺菌。

2 培養基製備法：

(1) 各試料與水按量混合加熱，沸煮兩小時。

(2) 抽出上層清液過濾。

(3) 取 900ml 濾液加入其餘各成分如表 43 微熱溶解。

(4) 調節酸度至 PH7。

(5) 加入洋菜 (agar) 置蒸氣鍋中加熱、溶解、過濾。

(6) 裝入三角瓶、塞棉、扎口、常法加壓殺菌，如含有糖分，則須減低至 10 磅壓力，殺菌半小時。

3. 菌種：羽扇豆根瘤菌。

4. 培養測菌法：按前項"影響測數根瘤菌菌落準確度之技術"試驗結果加以改良，即培養皿重複數增加至六皿，測數面積由取五小格 (5cm) 增至全皿測數每一培養基六重培養皿，最後取用之稀釋瓶六重複，故每瓶被吸菌液之次數與培養基種類數相等，而瓶號與皿號亦相同。

5. 各培養基試驗程序：

(1) 比較甘油與蔗糖之效能，如表 44。表中"×"記號表示污染雜菌；"—"記號表示未生長菌。

表 43 各培養基之成分

培養基＼養分		植物浸出汁 (ml)	酵母浸出汁 (ml)	甘油 (g)	蔗糖 (g)	甘露糖 (g)	蒸餾水 (ml)
酵母浸出汁甘露醇培養基			100			10	900
甘油＋酵母			100	10			900
蔗糖＋酵母			100		10		900
海帶	甘油	1000		10			
	甘油＋酵母	900	100	10			
	蔗糖	1000			10		
	蔗糖＋酵母	900	100		10		
	酵母	900	100				
田園土壤	甘油	1000		10			
	甘油＋酵母	900	100	10			
	蔗糖	1000			10		
	蔗糖＋酵母	900	100		10		
植花生土	甘油	1000		10			
	甘油＋酵母	900	100	10			
	蔗糖	1000			10		
	蔗糖＋酵母	900	100		10		
米糠	甘油	1000		10			
	甘油＋酵母	900	100	10			
	蔗糖	1000			10		
	蔗糖＋酵母	900	100		10		
黃豆芽	甘油	1000		10			
	甘油＋酵母	900	100	10			
	蔗糖	1000			10		
	蔗糖＋酵母	900	100		10		

註：以上各培養基均加添無機成分如 K_2HPO_4 0.5gm.，$MgSO_4 7H_2O$ 0.2gm. $CaCO_3$ 3gm.，NaCl 0.1gm. 及凝固劑海菜（Agar）15gm。

（2） 僅用甘油或酵母浸出汁各加海帶之加酸、加鹼、不加酸鹼等三處理作培養基，同法與他種培養基一同比較，試驗海帶有無可供根瘤菌生長之碳或氮素化合物，如表45。

表 44 甘油與蔗糖對菌之生長效能之比較

培養基 \ 稀釋度 / 稀釋皿號		1:1,000,000 一	二	三	四	五	六	平均	菌落大小
酵母浸出液甘露醇培養基		175	180	165	182	141	234	179.5	(0.5~2.5) mm.
海帶	蔗糖	163	189	145	193	168	186	176.5	(0.5~2.0) mm.
	蔗糖+酵母	191	186	200	142	172	139	171.6	(1/3~2.0) mm.
	甘油	173	214	163	187	177	191	184.1	(1/3~1.5) mm.
	甘油+酵母	1	105	177	174	154	177	146.3	(1/4~2.0) mm.
米糠	蔗糖	105	183	154	169	145	83	154.8	(0.1~1.5) mm.
	蔗糖+酵母	×	×	×	99	×	—	16.5	(0.1~0.5) mm.
	甘油	118	154	115	159	152	157	142.5	(0.1~0.5) mm.
	甘油+酵母	16	7	1	×	—	—	3.8	(1/4~1.5) mm.
黃豆芽	蔗糖	23	48	4	73	—	31	29.8	(1/4~1.5) mm.
	甘油	152	36	150	78	125	159	113.3	(1/4~1.5) mm.
	甘油+酵母	—	—	—	28	—	2	5	(1/3~1.5) mm.
	蔗糖+酵母	1	38	72	88	33	88	53.3	(0.5~1) mm.
蔗糖+酵母		80	122	113	162	128	147	125.3	(1/4~2.0) mm.
甘油+酵母		129	146	109	139	102	147	129.5	(0.5~2.0) mm.

(3) 將以上試驗之培養基同時一次作下列總比較如表46：

a，海帶用酸、鹼分別處理與不處理者三種培養基與田園土壤、米糠、黃豆芽等浸出汁加甘油與加蔗糖者分別比較有無區別，重複試驗以上 (1)、(2) 兩程序。

b. 加添酵母浸出汁與不加者效果比較有無不同，重複試驗。

c. 僅加酵母浸出汁時，測定海帶中有否能被根瘤菌利用之醣類。

d. 試驗不加各浸出汁是否減效。

e. 各處理一併與標準者作總比較。

V 試驗結果：

各參試培養基培養羽扇豆根瘤菌試驗結果如表 44、45、46，總括要點如下：

1. 僅以甘油或蔗糖代替甘露醇充作根瘤菌碳素源，其效果無論菌數測數與大小測量乃至肉眼觀察等與甘露醇比較均相差甚微，如以價格觀之，取用甘油或蔗糖可謂價廉物美。

2. 各浸出汁間之效果甚有差異，以海帶加鹼之處理爲最佳，內中含有有效碳氮等化合物，此外加酵母浸出汁似無促進效果，若不加碳源僅加酵母浸出汁，則菌發育緩慢，菌落細小。

3. 利用田園土壤浸出汁加甘油或蔗糖培養之效果稍遜而已，必要時亦可供用。

表 45 海帶有無利於根瘤菌生長之碳氮源試驗結果

稀釋度		1:1,000,000							
稀釋瓶號		1	2	3	4	5	6	平均	菌落大小
酵母浸出汁甘露醇培養基		92	97	83	99	109	85	94.1	(0.5 ～3.0) mm.
甘油＋酵母		93	92	104	93	79	99	93.3	(0.25～2.5) mm.
海＋帶	甘油	66	50	96	78	74	84	74.6	(0.5 ～1.75) mm.
	甘油＋酵母	40	70	63	49	50	65	56.1	(0.5 ～2.5) mm.
	酵母	63	10	12	14	16	45	26.6	(0.2 ～0.75) mm.
加鹹處理＋海帶	甘油	94	107	92	101	88	101	97.1	(0.5 ～3.0) mm.
	甘油＋酵母	91	81	80	79	70	76	79.5	(0.25～2.0) mm.
	酵母	103	96	96	93	70	101	94	(0.25～2.0) mm.
加酸處理＋海帶	甘油	60	72	60	45	49	45	55.1	(0.5 ～1.5) mm.
	甘油＋酵母	12	11	11	8	6	9	9.5	(0.25～1.0) mm.
	酵母	3	1	1	10	1	2	3	(0.25～0.75) mm.
田園土壤＋	甘油	93	95	97	80	85	79	89	(0.5 ～2.0) mm.
	甘油＋酵母	43	91	83	89	65	72	73.8	(0.5 ～2.0) mm.

表 46 各培養基之效能總比較

稀釋度		1:1,000,000							
稀釋瓶號		1	2	3	4	5	6	平均	菌落大小
酵母浸出汁甘露醇培養基		118	111	118	122	121	116	117.6	(0.5 ～3.0) mm.
甘油＋酵母		100	102	108	114	105	101	105.1	(0.5 ～2.5) mm.
蔗糖＋酵母		88	73	89	79	88	85	83.6	(0.25～2.0) mm.
海＋帶	甘油	94	93	94	109	103	115	102.1	(0.25～2.0) mm.
	甘油＋酵母	85	78	76	63	67	82	75.1	(0.25～2.0) mm.
	蔗糖	93	98	101	99	100	98	98.1	(0.2 ～1.75) mm.
	蔗糖＋酵母	84	83	79	81	85	86	83.6	(0.2 ～2.0) mm.
	酵母	54	56	61	55	61	59	57.6	(0.2 ～1.0) mm.
海帶加鹹處理＋	甘油	104	103	111	112	109	102	106.8	(0.5 ～2.75) mm.
	甘油＋酵母	80	85	87	82	83	86	83.8	(0.5 ～2.75) mm.
	蔗糖	92	93	86	100	106	96	95.5	(0.25～1.5) mm.
	蔗糖＋酵母	86	82	75	69	71	86	78.1	(0.25～1.75) mm.
	酵母	103	109	117	130	104	107	111.6	(0.2 ～1.0) mm.
海帶加酸處理＋	甘油	59	55	59	58	62	54	57.8	(0.25～1.75) mm.
	甘油＋酵母	48	42	47	44	41	51	45.5	(0.25～1.75) mm.
	蔗糖	89	78	82	100	73	71	82.1	(0.25～2.0) mm.
	蔗糖＋酵母	53	57	64	61	59	61	59.1	(0.25～2.0) mm.
	酵母	74	57	58	72	64	59	64	(0.1 ～1.0) mm.
田園土壤＋	甘油	94	112	124	111	118	120	113.1	(0.5 ～2.0) mm.
	甘油＋酵母	94	101	102	93	106	99	99.1	(0.5 ～2.0) mm.
	蔗糖	103	83	86	116	95	113	99.3	(0.25～1.0) mm.
	蔗糖＋酵母	84	81	96	95	99	98	92.1	(0.2 ～1.0) mm.
米＋糠	甘油	1	1	1	1	1	1	1	(0.2 ～1.0) mm.
	甘油＋酵母	3	2	1	1	1	2	1.6	(0.2 ～1.0) mm.
	蔗糖	1	1	1	3	2	2	1.6	(0.2 ～0.75) mm.
	蔗糖＋酵母	2	2	1	2	1	4	2	(0.2 ～0.75) mm.
黃豆芽＋	甘油	11	12	14	14	10	16	12.8	(0.2 ～0.75) mm.
	甘油＋酵母	11	13	18	15	16	11	14.1	(0.25～1.0) mm.
	蔗糖	18	16	19	17	19	17	17.6	(0.1 ～0.75) mm.
	蔗糖＋酵母	10	14	11	13	10	11	11.5	(0.1 ～0.75) mm.

（三）接種劑商品化試驗

如果實施豆科人工純菌接種，必須使優良菌商品化，隨時康價供給農民，以收推廣增產之效，是乃本試驗之目的，因此本試驗先根據原理製成商品接種劑，在室內測定保菌有效後，再舉行田間試驗，藉以鑑定接種劑之實際效果。

I 商品接種劑之配製與其保菌效果之測定：

I． 商品接種劑配製原理：

一般微生物之長繁殖，不外受營養分、水分以及環境因子所影響，後者尤以 pH 之影響最大，根瘤菌自不例外，故本試驗方法之決定，係依根瘤菌之特性，作下列之研討。

1． 基質材料：基質之取用目的在吸收大量菌體，同時不使菌體在培養保存期間發生變異或死亡，或者是供給養分，惟材料必須成本低廉，使用輕便，歐美多用泥炭土與腐植質作吸收營養劑（43），本省無泥炭土故選用田園土壤、骨炭或木炭以及蔗渣等物質，取乾燥粉末分別或作等體積混合，以為菌之吸收基質。

2． 營養分：根瘤菌最喜愛的氮素源為酵母浸出汁中所轉變之各級蛋白質，對能源之利用則以單糖最速，雙糖次之，此外，磷鉀鈉鈣鎂等礦物質以及維生素等均為其生理上不可缺少之物質，在培養基試驗中已詳及。為應以上各種需要，以泥炭土供試至為理想，本試驗係取酵母浸出汁甘露醇液體培養基及田園土壤代泥炭土充作營養源。

3． 緩衝劑：微生物在其生活過程中，往往因新陳代謝的關係，產生酸及毒素，使微生物之生長繁殖受阻，故加 $CaCO_3$ 緩衝之，其量為全接種劑重量之 1 %。

4． 水分：水分為有生命細胞生存所不可缺少之因素，純粹乾燥之環境中，將導致菌體死亡或變異，故水分之調配極為重要。Gietner 與 Langwarthy 認為菌能長時間生長在風乾土中或土粒外有水膜之故，黏土較砂土對根瘤菌之生長保存為佳，係因土壤膠質具有保護作用，對菌之生育有利。本試驗用甘露醇酵母浸出汁，按各基質容水量之40%濕之。

（II）商品接種劑製備方法

根據上述原理，將接種劑分為兩種處理如表47，混合劑所用材料與原理中所述各項完全相同。

表 47 接種劑之處理

處理	1	2
基質	蔗渣	混合劑
營養	酵母浸出汁甘露醇培養液	

接種基質之製備手續如下：

1． 分別秤取等體積之各種基質材料，記錄重量，另按各重量之比大量混合各種基質，作成混合劑等量裝瓶。

2． 混合劑中按重量加 1% CaCo3，充分與試料混合均勻。

3． 將酵母浸出汁甘露醇之培養基，滴加於基質中，使全混合劑之含水量為25%充分攪拌。

4． 將上項調製好之試料，等量分裝於廣口瓶內。

5． 以紗布雙折，中夾薄層棉花，上蓋棉布，外加隔水紙共五層，包紮於瓶口，目的在使基質殺菌完全，同時滴加菌原液時容易控制瓶口，不易污染雜菌。置各瓶於加壓殺菌器內（15磅壓力即 121.6°c）繼續殺菌四日，每日三小時。

(Ⅲ) 試驗方法

1. 接種菌原試驗：

(1) 以無菌吸管吸取日本羽扇豆純菌液 1ml ，注入 199ml 培養液之三角瓶內，使菌懸液濃度爲 1:200 (簡稱菌原) 。

(2) 於各基質瓶中滴加 1:200 菌原 2cc 入各基質瓶中同時搖動瓶身，使菌分佈均勻，速即加蓋，用石臘密封，並用黑紙包塞，置於室溫之下培養。

2. 菌原液菌數之測定：吸取 1cc 菌原加入 99cc 無菌水中，依次作同樣稀釋，而獲 1:20,000；1:2,000,000；1:200,000,000等菌懸液，每液每次吸 1cc，分別放於培養皿中，重覆三皿，再傾入培養基培養菌落，一週後選取適當稀釋度之接種皿，置於菌落測數器上，測數菌落數目，如菌數多，則任選五小格測數 (每小格1cm^2) ，取其平均數換算爲全皿之總菌，再乘以稀釋倍數，即可求出每 cc 菌原 (1:200) 液中所含之菌數。該項結果用以對照各接種劑所保有之菌數。

3. 保菌試驗法：將各處理之基質 (商品接種劑) 接種菌後，每間隔一定之培養期，用平面培養測數法決定菌數與菌原液菌數對照比較。

4. 接種劑菌數之測數

(1) 於一定日期將接種菌之各供試接種劑瓶之外部殺菌，移於無菌箱中， 注入無菌水100 ml搖勻，則成 1:50之菌懸液 (原接種 2ml 菌原液) 。

(2) 以無菌吸管吸取該液 1ml，加於 99ml 無菌水中搖勻，其菌懸液濃度爲 1:5000。依前法將菌懸液作爲 1:500,000，1:5,000,000 之濃度。

(3) 由每一種稀釋菌懸液各吸取1ml放入培養皿中，同法作三重覆皿，另以無菌水作三個對照皿，測定培養皿是否消毒完全以爲對照。

(4) 將培養基傾入上述各培養皿中，置室溫下培養一週。

(5) 以菌落測數器測數菌落數，如培養皿內菌落非過多時，宜行全皿測數。測得之菌落數與前對照試驗所測之菌數比較之。

(Ⅳ) 試驗結果：

1. 接種菌原數目試驗 (菌原液 1ml 中所含之菌數) 選 1:2,000,000 適於測數之某培養皿測菌，因一般菌數均多密，分佈很均勻，故測五小格，每格(1cm^2)菌數如表48 (該項試驗係在影響根瘤菌測數菌落準確度之技術研究試驗之前舉行) 。

表 48 接種菌原數目測定原始表

稀釋度		1:2,000,000		
培養基		酵母浸出汁甘露醇培養基		
皿號		1	2	3
格號	1	12	8	20
	2	5	8	5
	3	10	14	6
	4	13	9	9
	5	5	8	4
平均		9	9	9
		9		

原菌液每 1ml 含菌數計算如下：

平均 $1cm^2$ 之菌數爲 9，全皿面積 πr^2，r (培養皿半徑) =4.5cm.

$3.1416\times4.5^2=64cm^2$，全皿菌數爲 $64\times9=576$ 即

1 : 2,000,000 菌液每 1ml 中含菌 576

1 : 20,000 菌液每 1ml 中含菌 57,600

1 : 200 菌液每 1ml 中含菌 5,760,000 (即菌原液每 ml 含菌數)

3. 接種劑保菌試驗結果：將保菌瓶按期取出，照前項方法測菌數如表49—51

表 49 培養兩週全皿測數

稀釋度		1 : 5000	
基質		蔗渣	混合劑
培養皿	1	382	317
	2	403	286
	3	395	292
平均		393	298
瓶中每 1ml 菌液之菌數 (×5,000)		1.965.000	1.490.000

表 50 培養三個月之全皿菌數測數

稀釋度		1 : 50,000,000	
基質		蔗渣	混合劑
培養皿	1	255	142
	2	223	184
	3	219	182
平均		232	169
瓶中每 1ml 菌液之菌數 (×50,000,000)		116,000,000,000	8,450,000,000

表 51 培養五個月之全皿菌數測數

稀釋度		1 : 50,000,000	
基質		蔗渣	混合劑
培養皿	1	14	124
	2	8	86
	3	5	63
平均		9	91
瓶中每 1ml 菌液之菌數 (×50,000,000)		450,000,000	4,550,000,000

菌原 1ml 中所含之菌數接種於各處理中，經不同的時間，其菌數之變化如表 52

表 52 各基質保菌時效比較表

基　質	蔗　渣	混　合　劑
培養二週者	1,935,000	1,490,000
培養　三個月者	116,000,000,000	8,450,000,000
培養　五個月者	450,000,000	4,550,000,000
菌原對照試驗	5,760,000	

根據以上結果觀之，蔗渣與混合劑均可充作接種基質，惟混合劑保菌時效較之蔗渣爲佳。

Ⅱ. 商品接種劑田間效果比較試驗：

1. 試驗方法：

(1) 試驗處理項目：商品接種劑之保菌基質分混合劑(b_1)與蔗渣 (b_2) 兩種；接種分四期，以 t_1、t_2、t_3、t_4 代號。t_1 在混合劑接菌日期爲 2 月 12 日；蔗渣接菌日期爲 5 月 1 日 (根據室內試驗結果認爲有試驗田間接種效果必要；然時已近五月份，乃即時進行混合劑與蔗渣兩種基質之分期保菌培養，因距羽扇豆播種期不到半年，而室內試驗結果，五個月後混合劑較蔗渣保菌數爲多，故室內試驗之 2 月 12 日接種之混合劑與 5 月 1 日接種之蔗渣剩餘者一並參加田間試驗，觀察混合劑於九個月後是否有效，故兩種基質之 t_1 爲時不一致)。 t_2 均爲 6 月 2 日，t_3 均爲 7 月 6 日， t_4 爲 7 月 26 日。 對照區爲兩種；其一以標準培養基 (m) 培養純菌爲最高對照區，每區集內設 4 試區，即 m_1、m_2、m_3、m_4。其二以不接種爲最低對照區，每區集亦設 4 試區，即 ck_1、ck_2、ck_3、ck_4 。綜上各參試因子之所有試級，作完全組合，有 16 處理 (詳見表53)。

(2) 試驗地點與時間及供試豆科與菌種：本試驗在省立農學院舉行，於民國 47 年 11 月 15 日播種， 48 年 3 月 19 日收穫。

(3) 田間規劃：小區長 5m，寬 2.2m，面積爲 $11m^2$。播種採條播，行距 60cm，每區 4 行，邊行距溝 20cm。每行播種 30 公分，小區爲 120公分，每區集設 16小區，重複 6 次，採用逢機區集法設計之。

2. 試驗結果：

本試驗每小區 4 行，邊行與內行分別收穫，先以邊行資料計算如下兩項：

(1) 生長競爭邊際影響及全部資料計算。

(2) 集成機差之純度等，並測驗其顯著性。

結果以利用每區中間兩行收量作各項分析爲適當 (該項分析過程從略)，故本試驗僅採用中間兩行之收量爲統計分析之依據。兩行面積爲 $6m^2$ ， 化公斤/試區爲 100 公斤/公頃之改算因子爲 16.6667，其結果整理爲表 41，經各項分析結果列表如54~58。

觀表 54,55 得以下要點：

(1) 變異原因欄下"處理"項，祇有 9 個自由度，其原因乃在 16 個處理中，有 4 個均係純菌培養 (培養基 med.79 作基質)，另有 4 個爲不接種 (ck)，故實際上祇有 10 個確不相同之處理參試，其餘 6 個均係假處理 (Dummy treatment)，故全試驗之處理自由度應等於 9 ，其實測 F 值呈極顯著，即示此 10 個參試處理對羽扇豆青收量之效應，確不相等。

表 53 中間兩行之青草收量（單位：100公斤/公頃）

處理 \ 區集		I	II	III	IV	V	VI	處理總計	綜合處理總計
(1)	t_1b_1	450	442	417	383	502	500	2694	
(2)	t_1b_2	221	370	248	237	250	247	1573	
(3)	t_2b_1	195	392	350	217	223	273	1650	
(4)	t_2b_2	412	240	278	203	275	220	1628	
(5)	t_3b_1	400	312	358	218	202	317	1807	14720
(6)	t_3b_2	298	293	272	195	257	285	1600	
(7)	t_4b_1	529	445	375	277	383	350	2359	
(8)	t_4b_2	247	258	233	213	205	253	1409	
(9)	m_1	467	542	421	500	525	492	2947	
(10)	m_2	467	533	437	487	483	475	2952	
(11)	m_3	542	450	475	475	525	492	2959	11633
(12)	m_4	453	525	458	442	467	450	2800	
(13)	ck_1	320	267	225	158	213	188	1371	
(14)	ck_2	312	212	267	256	215	287	1549	5760
(15)	ck_3	255	248	232	180	242	220	1387	
(16)	ck_4	265	236	262	200	207	232	1453	
區集總計		5349	5315	5358	4641	5714	5281	32118	32118

$\bar{x}=32118\div96=334.5625=33456.25=33456.25$ 公斤/公頃

表 54 保存時間及混合劑與蔗渣收量兩向表

基質 \ 保存時間	t_1	t_2	t_3	t_4	基質總計	含 t_1 之基質總計
混合劑 b_1	2694	1650	1807	2359	5816	8510
蔗渣 b_2	1573	1628	1600	1409	4637	6210
保存時間和	4267	3278	3407	3768	10453	14720

表 55 變方分析結果表

變異原因	自由度	平方和	均方	F 值	理論 F 值 5 %	理論 F 值 1 %	理論 F 值 5 %
區集	5	62728.38	12545.676				
處理	(9)	1027091.80	114121.311	***56.917	1.99	2.64	3.01
處理與純菌與 ck	2	794515.13	397257.400	***198.128	3.13	4.92	5.80
(t_1b_1加t_1b_2)與其他	1	38285.44	38285.440	***19.094	3.98	7.91	8.49
t_1b_1 與 t_1b_2	1	104720.09	104720.090	***52.228	〃	〃	〃
混合劑與其他	1	38612.25	38612.250	***19.257	〃	〃	〃
保存時間	2	10751.73	5375.865	2.681	3.13	4.92	5.80
基質×時間	2	40207.16	20103.580	***10.026	〃	〃	〃
機差	81	162409.45	2005.055				
總計	95	1252229.63					

表 56 梯形比較表

基質名稱	平均收量（公斤/公頃）	m	b1	b2
med.79 (m)	48500			
混合劑 (b1)	35458	13042 **		
蔗渣 (b2)	25875	22625 **	9583 **	
不接種 (ck)	24000	24500 **	11458 **	1375

$$L.S.D\ (p=0.05)=t^{81}_{.05}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}=1.989\times\sqrt{\frac{2}{24}}\times\sqrt{2005.055}$$

$$=1.989\times0.2886751\times44.77784$$

$$=25.7103=2571.03\text{公斤/公頃}$$

$$L.S.D.\ (p=0.01)=t^{81}_{.01}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}=2.638\times0.2886751\times44.77784$$

$$=34.0994=3409.94\text{公斤/公頃}$$

表 57 百分率收量表

(1) 以純菌之收量為 100%時	(2) 以混合劑之收量為 100%時	(3) 以蔗渣之收量為 100%時	(4) 以不接種之收量為 100%時
b1=73.11%	m=136.73%	m=187.44%	m=202.03
b2=53.35%	b2=72.97%	b1=137.04%	b1=147.74
ck=49.48%	ck=67.69%	ck=92.75%	b2=107.81

表 58 公頃公斤之雙尾可信界限表

冒險機率	t^{81}	$t^{81}\times\sqrt{\frac{2}{n}}MSE\times100$	(1) 純菌與混合劑之差 $13042-t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	$13042+t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MS}\times100$
5 %	1.989	2571.0305	10470.97	15613.03
1 %	2.638	3409.9441	9632.06	16451.94

冒險機率	(2) 純菌與蔗渣之差 $22625-t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	$22625+t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	(3) 純菌與 ck 之差 $24500-t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	$24500+t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MS}$
5 %	20053.97	25196.03	21928.97	27071.03
1 %	19215.06	26034.94	21090.06	27909.94

冒險機率	(4) 混合劑與蔗渣之差 $9583-t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	$9583+t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	(5) 混合劑與 ck 之差 $11458-t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MSE}\times100$	$11458+t^{81}\sqrt{\frac{2}{n}MS}$
5 %	7011.97	12154.03	8836.97	14029.03
1 %	6173.06	12992.94	8048.06	14867.94



[illegible]



[illegible]

(2) "[illegible] ck"項，乃[illegible]蔗渣與純菌及不接種之變異量，[illegible]F[illegible]，即[illegible]三種基質與不接種四者對羽扇豆青草收量有顯著之[illegible]。

(3) "t_1b_1 加 t_1b_2 與其他項"，乃以混合劑及蔗渣保存根瘤菌之時間的長短，其實測 F [illegible]顯著，即示保存時間之長短對羽扇豆之青草收量效果，確不相等。

(4) "t_1b_1 與 t_1b_2" 項，為二月十二日開始保存之混合劑與五月一日開始保存之蔗渣兩[illegible]種不同，其實[illegible]F 值[illegible]，即示[illegible]青草收量確有不同之影響。

(5) "混合劑與蔗渣項" 為限在曾與三個不同保存時間 ($t_2t_3t_4$) 之平均場合下混合劑與[illegible]種基質之比較，確有[illegible]差異，[illegible]參閱表 54 [illegible]。

圖五爲顯示混合劑與蔗渣同在三個半月之保菌效果比較，證明混合劑確優於蔗渣。圖四爲顯示混合劑保菌三個月接種後較不接種者增產比較，保菌最佳之九個月者、其接種效果之顯示可想而知。

(6) "保存時間" 項，係僅包括 t_2、t_3、t_4、三個時間在混合劑及蔗渣兩種基質綜合場合下之差異，故祇有兩個自由度，蓋二月十二日與五月一日之效果差異已於前述（4）項目作過比較測驗，此實測 F 值雖未達顯著標準，但參閱表 54，保存時間和項下，t_1 未列入，則 $t_2<t_3<t_4$，似有保存時間愈長則效果愈差之傾向，若時間延長至 t_1 觀之則否。

(7) "基質×時間項"，基質僅包括混合劑與蔗渣，時間乃指 $t_2, t_3' t_4$；即示不同基質與不同保存時間對羽扇豆青草收量之影響，確互有消長關係，參閱54表，t_1 除外，可見以混合劑爲基質之處理組合，凡保持時間愈久者，其效果愈低，但以蔗渣爲基質者反是，即凡保持時間愈久者其效果愈高；若以 t_1 合併觀之則與室內試驗結果相符合，此乃環境影響菌之生長死亡快慢所致。

(8) 由本資料求得之 cv 値爲 13.38%，此數並非甚小，但在表 55 中，幾乎所有每個變異原因之實測 F 值均爲極顯著，此乃由於參試各種處理之效果有較大之差異所使然。

觀 56 表可知純菌（m）之收量比較混合劑（b_1）及蔗渣（b_2）及不接種（ck）者，均呈極顯著之高產，同時混合劑之收量比蔗渣及不接種者亦呈極顯著之高產，僅蔗渣之收量高於不接種之程度未達顯著標準。

觀表 57 之第一列，可知以純菌之收量爲 100% 時，混合劑之收量祇有 73.11%，即較純菌產量低產 26.89%，蔗渣之收量祇有 53.35%，即蔗渣較純菌低產 50.52%。

觀表 57 之第四列，可知以不接種之收量爲 100% 時，純菌之收量高達 202.03%，即純菌較不接種高產 102.03%，混合劑之收量高達 147.74%，即混合劑較不接種高產 47.74%；蔗渣之收量爲 107.81%，即蔗渣較不接種僅高出 7.81%，且不顯著，同時 L-150A 根瘤菌對羽扇豆增產之有效性於此又得更多的一次證明。

觀表 58，可知危險機率爲 5%（即安全機率爲 95%）之前提下，混合劑與不接種之差爲每公頃最少 8836.97 公斤，最多 14029.03 公斤，又如安全機率爲 99% 之前提下，該差數則爲每公頃最少另爲 8043.06 公斤，最多爲 14367.94 公斤，其餘類推如表。

3. 結　論：

由本試驗結果，可知接種有顯著之效果；以純菌爲基質之效果自在意中，其產量最高。用混合劑作基質充作商品接種劑，雖較純粹培養菌之效果爲差差，有待改善，惟亦可勉強應用，其保菌效果尚稱良好。由表 57～58 可知較不接種時增產 47.74% 如圖四。公頃公斤之双尾可信界限在冒險機率爲 5% 時係 8836.97～14029.03；1%時爲 8043.06～14367.94。蔗渣之保菌效果遠遜於混合劑如圖五，接種後之產量僅爲混合劑之 70% 而已。此點室內測定保菌時間與菌數關係亦相符合，至於保菌時間內菌數之變化二者迥異之原因，或可用環境因子影響菌之生長與死亡來解釋。蔗渣除本身爲吸收劑外，大部營養分佈靠於接種時新添之培養液，故接種之初菌利用渣質間隙中之營養液並渣質中之糖分（較多之能源）繼續繁殖，至於對數繁殖期後，營養液消耗，新陳代謝物聚集，水分易於蒸發而減少，繁殖率因之逐減。混合劑作基質，較之酵母浸出汁甘露醇培養基對菌必竟不習慣，接種之初弱體菌逐漸死亡，強者適應，並可利用該基質中之養分，水分（因土壤膠體不易失水）而行繁殖。同時因土壤膠體具緩衝力，可以減低菌體新陳代謝產物之毒害作用，菌得長期維持生命而不致發生太大的變異。

五、摘　要

（一）本文係報告民國 45 年 7 月至 48 年 3 月兩年餘所作之試驗結果。主要試驗可分兩部分，其一爲各種豆科植物有效根瘤菌之分離與選拔；其二爲根瘤菌接種劑商品化。試驗之目的在選拔優良有效菌並使成爲廉價商品，以供本省農民普遍應用根瘤菌行接種栽培而步入增產之新途徑。

（二）供試豆科有紫苜蓿、羽扇豆、大豆、花生等四種。菌種來源有二：其一由國外引入純種或商品接種劑分離菌；其二本省各地選擇優良植株分離菌。

（三）羽扇豆菌有自日本、德國、美國等引入者共 7 種。由本省選拔優良者 3 種，與前者參試田間接種比較。五個試驗結果均有顯著增產，惟因菌種、試地、時間之不同而有差異，增產率達 10~210% 。除德國菌因過期甚久效果較差外，其餘優良菌種間之差異尚有繼續試驗之必要，惟各菌均有顯著增產之效，已可供推廣應用。

（四）紫苜蓿菌係利用美國商品接種劑分離純菌株，再行田間接種比較，種植後共收割兩次，後因病害甚烈，停止試驗。二次收穫結果確爲增產，增產百分率爲 50.52%。第一次收穫，接種者較不接種者所增產之程度不及第二次收穫者大，顯有收穫次數愈增加，接種效果愈高之傾向。

（五）落花生菌均係自本省各地選拔分離者，共八株供田間接種試驗，其結果接種確較不接種處理爲高，增產效應爲每公頃 270.21 公斤，增產率爲 21.43%。菌種間除 CF_{10}-A_1 較其他七株菌顯著不良外，餘無明顯差異，CF_{10}-A_1 應予淘汰。

（六）大豆菌自美國商品分離者 2 株，本省各地分離者 9 株，選 Gy_9-B_5 與美商品 Nitragin "S" 各一種舉行田間接種試驗。因大豆菌對其宿主品種有特異選擇性，故供試大豆擇本省栽培面積廣及國外引入而生長優良之品種 5 種作比較。試驗效果除本省分離三國菌對三國豆效果不良外（不顯著），其餘不論任何大豆品種用任一菌種接種均顯增產，最低 2.04%，最高 15.93%。所有實測 F 值均未達 5% 及 1% 顯著標準，但若粗放觀之顯著，其機率約在 15% 左右，兩參試菌種平均較不接種處理增產 6.64%。

（七）前項試驗兩種菌種對五大豆品種之接種效果不甚顯著以對三國豆之效果尤差，可能該大豆品種在屏東地區之氣候，土壤或春播等不適宜，故擇三國豆之適宜栽培區（中北部）之苗栗舉行四種菌之夏播試驗，除 GN_5 不顯著外，其他三菌增產效果極爲顯著，尤以 GY_9-B_5 及 GB_{17}-A_4 爲最佳，兩者差異極不顯著，其增產百分率如下表，此種優異結果及可信界限可能因土壤、氣候及播種期（前試驗爲春播，本試驗爲夏播）等條件適宜菌之固氮效能所致。

菌　名	機率爲95%之增產%之可信界限	機率爲99%之增產%之可信界限
GY_9-B_5	142.81%>98.29%>53.77%	159.01%>98.29%>37.57%
GB_{17}-A_4	142.24%>97.72%>53.20%	158.44%>97.72%>37.00%
GY_{13}-A_1	99.42%>549.0%>10.38%	

（八）爲推廣優良菌種藉收增產之效，必須商品化並普遍廉價供應。爲達此目的特先作"影響測數根瘤菌菌落準確度之技術研究"以爲試驗之依據與改良，而進行培養基廉價化與商品化試驗。是項研究係利用稀釋法平面培養測數菌落，其試驗結果，所測數每皿五小格面積（每小格 $1cm^2$）之菌數變異程度最大，培養皿三個重覆數次之，取用稀釋瓶五重覆之變異最小，在本試驗操作之一般情形下，每一三角瓶最多吸取 20 次尚不致影響試驗結果，故增進準確度之最有效方法爲增加每皿應測數之小方格數與培養皿重覆數最爲重要。當培養基傾入皿中作成平面時，其搖動方式改爲每換一方向搖動一次，上下左右繼續輪流，亦不失爲增進試驗準確度之一途。

(九)根瘤菌培養基試驗目的在於尋求市價昂貴之甘露醇或甘露醣(mannitol 或mannite)之代用品。經多種試驗,甘油充作碳源代替甘露醇之效果相差甚微,各試驗植物浸出汁中,以海帶加鹼蒸煮所提取之浸出汁加甘油或蔗糖而不需加酵母浸出汁之培養效果爲佳。

(十)商品接種劑之基質採用田園土壤、骨炭或木炭與蔗渣作成混合劑或單用蔗渣均可,另加酵母浸出汁甘露醇培養液混拌,使含水量爲 40% ,在無雜菌狀態下接種定量根瘤菌,每隔一定時間測數菌落。結果以混合劑保存時效比較長。同法分期接種菌於蔗渣及混合劑中保菌,待至播種期,應用於田間,其結果亦顯示混合劑較之蔗渣保菌效果爲佳。前者較不接種增產 47.74%,後者僅7.81%。由此可以證明混合劑之保菌效果確屬良好,今後試驗應棄蔗渣處理,而加多混合劑配製方法及處理等之改善希求覓得最佳效果,以資實用推廣。

誌謝:本試驗經費係由中國農村復興委員會補助,工作方針與試驗技術蒙汪厥明、朱海帆、王世中、宋秉南、盛澄淵諸先生,並美國威斯康辛大學土壤微生物教授 O.N.Allen以及Nitragin公司 J.C.Burton 博士等之啓示,田間技術與統計承張魯智教授指導協助,豆科種子獲平鎮茶試所與高雄區農林改良場供應,菌種之引入由農復會 Davis、Landon、朱海帆諸先生,德國鉀肥公司,美國 Allen 教授及 Burdon 博士贈送,試驗期間工作繁雜,幸得高雄區農林改良場劉技正文慶,臺糖公司王世中、鄒越歐、韓懷文諸先生,臺中省立農校趙紐先生與省立農學院肥料與土壤微生物研究室同人阮文霖、陳琨範、朱永潔、秦巧玲,吳隆一、鍾維娜諸先生等熱心協助方能逐步完成,田間生長比較,請韓又新先生攝影,文畢復經盛澄淵教授校閱,一並特申謝忱。

六、參 考 文 獻

1. 小西龜太郎：綠肥と根瘤菌の研究，昭和 24 年，朝倉書店。

2. 吳敏慧：羽扇豆根瘤菌之分離與試驗，農林學報第四輯，民國 44 年。

3. Allen, O. N. and I. L. Baldwin, Rhizobia-Legume Relstioships. Soil Sci. 78 : 415-425, 1954.

4. Allen, O. N. Experiments in Soil Bacteriology. Burgess Publishing Co. 1951.

5. Allen, O. N. and E. K. Allen, Biochemical and Symbiotic Properties of Rhizobia. Bacteriological Reviews. 14 : 4, Dec. 1950.

6. Allen, O. N. and M. D. Johnson, Nodulation Studies with Special Reference to Strains Isolated from Sesbanea Species. Antonic Van Leeuwenhoek, 18 : 13,1932.

7. Allen, O. N. Experiments in Soil Bacteriology 1951.

8. Allison, F. E. The Growth of Bacillus Radicicola on Artificial Media Containing Various Plant Expracts. J. Agr. Res., 35, 915-924, 1927.

9. Allison, F. E., and S. R. Hoover, An Accessory Factor for Legume Nodule Bacteria. J. Bact., 27, 561-581, 1934.

10. Allison. F. E., and F. W. Minow, Coenzyme R Recuirements of Rhizobia. Soil Sci., 46, 473-483, 1938.

11. Allison, F. E., and F. W. Minor, Synthesis of Coenzyme R by Certain Rhizobia and by Azotobacter chroococcum. J. Bact., 39, 373-381, 1940.

12. Allison, F, E., and S R. Hoover, The Response of Rhizobia to Natural Humic acid. Soil Sci., 41, 333-340, 1936.

13. Allyn, W. P., and I. L.Baldwin, The Effect of the Oxidation-reduction Character of the Medium on the Growth of an Aerobic form of Bacteria. J. Bact., 20, 417-439. 1930.

14. Bul, 224, Mich. State cal. U. S. A.

15. Burris, R. H., and P. W. wilson, Oxidation and Assimilation of Glucose by the Roo. Nodule Bacteria J. Cell. and Comp. Physiol., 19, 361-371,1942.

16. Burton, J. C., and D. S. Briggeman, Similarity in Response of Species of Trifolium to Strains of Rhizobium trifolii. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 13, 275-278, 1948.

17. Burton. J. C., and P. W. Wilson, Host Plant Specificity among the Medicago in Association with Root-nodule Bacteria. Soil Sci., 47, 293-303, 1939.

18. Buyan, A. H. and C. G. Bryan, Principles and Practice of Bacteriology. 71-76, 1915.

19. Chen and Thoruton, Proc. Roy. Lond, B. 129, 208, 475, 1940.

20. Chen, H. K., H. Nicol, and H. G. Thornton, The Growth of Nodule Bacteria in the Expressed Juices from Legume Roots Bearing Effective and Ineffective Nodules. Proc. Roy. Soc. (London) ,B 129, 475-491. 1940.

21. Circular No. 444, April 1953.

22. Clark, D. G. Physiological Studies on Rhizobium Species. N. Y. (Cornell) Agr. Exp. Sta., Mem. 196, 30 pages. 1936.

23. Dimolon, A., Rozowska, Roas, et Jacobelli, Gisele Observations Biochimiques sur le Developpement du Bacterium Radicicola (Rhizobium leguminosarum) .Compt. rend acad. Sci., Paris, 230, 1015-1018, 1950.

24. Erdman, L. W.,Strain Variation and Host Specificity of Rhizobium trifolii on Different Species of Trifolium. Proc. Soil Soc. Am., 11.255-259,1946.

25. Erdman, L. W. and J. C. Burton, Strain Variation and Host Specificity of Rhizobium Leguminosarium on New Pea Varieties. Soil Sci. Soc. Am., 3, 169-175, 1938.

26. Erdman, L. W. and Ura Mae Means, Strains of Rhizobium Effective on the Terfoils, Lotus corniculatus and Lotus Uliginosus. Proc. Soil Sci. Soc. Am., 14, 170-175, 1949.

27. Erdman, L. W., Legume Inoculation : What it is ; what it does ? U. S. Dept. of Agric. Farmer's Bulletin No. 2003, 1953.

28. Fortschr, P. K., Bot. 12 : 287, 1949.

29. Fred, E. B. I. L. Baldwin and McCoy, Elizabeth Root Nodule Bacteria and Leguminous Plants. University of Wisconsin Studies in Science, 5, 343 pages, 1932.

30. Hofer, A. W., Methods for Distinguishing Between Hequ. Bact. and Their Most Common Contamenant. Jour. Am. Sco. Agron. 27 : 228-230, 1953.

31. Hofer, A. W., A Characterisation of Bact Radiobacter (Beijerin and van Delden Lohuis.) Jour. of Bagt. 41 : 193-241, 1941.

32. Hofer, A. W., J. Amer. Soc. Agron. 27 : 228, 1935.

33. Hofer, A. W., J. Bact. 41 : 193, 1941.

34. Itano, A., and A. Matsuura, Studies on Nodule Bacteria. V. Influence of Plant Extract as Accessory Substamce on the Growth of Nodule Bacteria. Ber. Ohara Inst. Landw. Forsch., Japan, 7, 185-241, 1936.

35. Itano, A., and A. Matsuura, Studies on the Nodule Bacteria. VI. Influence of Different Parts of Plant on the Growth of Nodule Bacteria. Ber. Ohara Inst. Landw. Forsch., Japan, 7, 359-379, 1936.

36. Itano, A., and A. Matsuura, Studies on Nodule Bacteria. VII. Influence of the Extract of Nodules of the Growth of Nodule Bacteria. Ber. Ohara inst. Landw. Forsch., Japan, 7, 379-401, 1939.

37. Itano, A., and A. Matsuura, Studies on the Nodule Bacteria. IX. on the Electrical Properties of the Accessory Substance. Ber. Ohara Inst. landw. Forsch., Japan. 7,517-527, 1937.

38. Johansson, Karl R. Geoge W. Lones, El. schmidt, and T. Syverton. Laboratory Manual of General Microbiology 127 page, 1950.

39. Kubo, H. Acta., Phyochem. 11-195, 1939.

40. Johnson, M. D. and O. N. Allen, Cultural Reactions of Rhizobia with Special Reference to Strains Isolated From Sesbania Species. Antonic Van Leewvenhoek 18 : 1-12, 1952.

41. Laird, D. and P. M. west, The Influence of Bios on Nodule Bacteria and Legumes. B. Influence of Crude Bios Preparations on Acid Production by Strains of Rhizobium trifolii. Canadian J. Research, C 16, 347-353.1938.

42. Leonad, L. T. A Failure of Austrian winter Peas Apparently due to Nodule Bacteria. J. Am. Soc. Agron,. 22. 277-279.

43. Leonard, L. T., Method of Testing Legume Bacteria Culturer and Results of Tests of Commercial Inoculants in 1943. Circular No. 703.

44. Leonian, L. H., and V. G. Lilly, The Comparative Value of Different Test Organisms in the Microbiological Assay of B Vitamins. West Va. Agr. Exp. Sta., Bull. 319. 35 pages.

45. Mcknight, T. Efficiency of Isolates of Rhizobium in the Cowpea Group, with Proposed Additions to This Group. Queensland J. Agr. Sci., 6,61-76, 1949.

46. Naundorf, G., und R. Nilsson, Uber Formabildende Wiukstoffe bei Azotobacter chroococcum urd der Einfluss dieser Formativen Wirkstoffe auf die Bildung von Gigasformen bei Bacterium radicicola. Naturwissenschaften. 31, 346, 1943.

47. Neal, O. R., and H. H. Walker, Physiological Studies on Rhizobium. Ⅳ. Utilization of Carbonaceous Materials J. Bact.,30, 173-187, 1935.

48. Neb, Exp. Sta. E. C. 196, May 1950.

49. Nilsson, R., G., Bjalfve, und Burstrom, D. über Zuwachsfaktoren bei Bact. radicicola. I. Lantbrukshoglk. Ann., 5,291-322, 1938.

50. Nilsson, R., G., Bjalfve, und Burstrom, D. über Zuwachshaktoren bei Bact. radicicola Ⅱ. Lantbrukshoglk. Ann., 6,299-326, 1938.

51. Nilsson, R., G., Bjalfve, und Burstrom, D. über Zuwachshaktoren bei Bact. radicicola. Ⅲ. Lantbrukshoglk. Ann., 7,51-61,1939.

52. Nilsson, R., G., Bjalfve, und Burstrom; D. über Zuwachshaktoren bei Bact. radicicola. V. Lantbrukshoglk. Ann., 7,301-331, 1939.

53. Nutman, J., Bact. 51 : 411, 1946.

54. Parker, D. T., O. N. Allen, and Ahlgrem, Bacteria Only the right kind do the job. Crops and Soils, 1. No.7, (APril-May) , 10-11, 1946.

55. Purchase, H. F. and J. M. Vincent, A Detailed Study of the Field Distribution of Strains of Clover Nodule Bacteria. Proc. Linnean Soc. N. S. Wales, 74. 227-236, 1949.

56. Raju, M. S., Studies on the Bacterial-plant Group's of Cowpea and etc. III. A Preliminary Note on the Variations in the Effectiveness of Different Strains of Nodule Bacteria. Proc. Edor. Biologists, 4, 26-32, 1936.

57. Rasnizina, E. A., Formation of Growth Substances (Auxin type) by Bacteria. Compt. Rend. (Doklady) acq/.si. U. R. S. S., n. s. 18,353-355,1938.

58. Salle, A. J., Laboratory Manual on Fundamental Principles of Bacteriology Third Edition 1948.

59. Schmidt, E. L. and K. R. Johansson, et. al., Laboratoy Manual of General Microbiology. 123-123, 1950.

60. Steinberg. R. A. Applicability of Nutrient-solution Purification to the Study of Trace-elements of Rhizobium and Azotobacter. J. Agr. Res., 57,461-476, 1938.

61. Stencil Circ. 262 Unic. Wis. Rev, 1952.

62. Soybean, Digest. April, 1944.

63. Strong, T. H. The Influence of Host Plant Species in Relation to the Effeetiveness of the Rhizobium of Clovers. J. Coun. Sci. Indust. Research (Australia) ,10,12-16, 1937.

64. Thorne, D. W., and P. E. Brown, The Growth and Respiration of Some Soil Bacteria in Juides of Leguminous and Nonleguminous plants. J. Bact., 34, 567-580, 1937.

65. Thorne, D. W., O. R. Neal, and R. H. Walker, Physiological Studies on Rhizobium. VIII. The Respiratory Quotients Arch. Mikrogiol., 7, 477-487, 1936.

66. Thorne, D. W., Neal, O. R., and Walker, R. H. Some Factors Influencing the Respiration of Rhizobium. Proc. Iowa Acad. Sci., 41, 63-70, 1934.

67. Thorne, D. W., and Walker, R. H. Physiological Studies on Rhizobium: VI. Accessory Factors. Soil Sci., 42, 231-240, 1936.

68. Thorne, D. W., and Walker, R. H. Physiological Studies on Rhizobium: VII. Some Physiological Effects of Accessory Growth Factors. Soil Sci., 42,301-310, 1937.

69. Thornton, H. G. Report of the Department of Soil Microbiology for the Years 1939-1945. Rothamsted Exptl. Station, Harpenden, England, 21 pages, 1947.

70. Umbreit, W. W. Three More Reasons for Soybean Inoculation. Soybean Digest, 4, no. 6.9-10, 1944.

71. Univ. of Ark. Agronomy Series No. 8, March, 1950.

72. U. S. D. A. Farmers. Bul, 2003 Rev. July, 1953.

73. Vincent, J. M. Variation in the Nitrogen-fixing Property of Rhizobium trifolii. Nature, 153, 496-497, 1944.

74. Vincent, J. M. Host Specificity amongst Root-nodule Bacteria Isolated from Several Clover Species. J. Australian Inst. Agr. Sci., 11, 121-127, 1945.

75. Virtanen, A. I., M. Nordlund, and E. Hollo, Fermentation of Sugar by the Root Nodule Bacteria. Biochem. J., 28, 796-802, 1934.

76. Walker, R. H., D. A. Anderson and P. E. Brown, Physiological Studies on Rhizobium: 1, The Effect of Nitrogen Source on Oxygen Consumption by Rhizobium Leguminosarum Frank. Soil Sci. 37 : 387, 1934.

77. Washington, D. C. United States Department of Agri, May 1944.

78. West, P. M., and Wilson, P. W. Effect of Biotin Concentrates on Growth of Rhizobium and related species. J. Bact., 38, 110-111, 1939.

79. West, P. M., and Wilson, P. W. 1940 Biotin as a Growth Stimulant for the Root Nodnodule Bacteria. Enzymologia, 8, 152-162.

80. West, P. M., and Woglon, W. H. 1942 Abnormalities in the Distribution of Biotin in Certain Tumors and Embryo Tissues. Cancer Res., 2, 324-331.

81. Wilson, J. B,, and Wilson, P. W. Biotin as a Growth Factor for Rhizobia. J. Bact., 43, 329-341, 1942.

82. Wilson, P. W., Burton, I. C., and Bond, V. S. Effect of Species of Host Plant on Nitrogen Fixation in Melilotus. J. Agr. Res., 55, 619-629, 1937.

83. Wis. Agri. Exp. Sta. Bul, 484, March 1949.

Studies on Rhizobium Inoculation of Legumes in Taiwan

By

Ming-huei Wu[1]

Summary

Most soils contain rhizobia which range in effectiveness from highly beneficial strains to those of little or no value. Plants infected by ineffective strains may account for low yields or poor quality of crops, while those receiving effective strains will increase their productiviy. By nature, leguminous plants are not able to select strains which are beneficial to their growth. Thus the selection and development of better strains for inoculation to their host plants are of great importance to modern agricultulture.

Investigations were undertaken from Aug. 1956 to July 1958 in an attoempt :

(1) to determine several good effective strains of 4 kinds of leguminous plants, namely : lupine, alfalfa, peanut, and soybean.

(2) to ascertain the method of making cheap commercial inoculant for the benefit of farmers, and

(3) to guide farmers in a new way of raising the productivity of their fields.

Seven strains of lupine rhizobia (Rh. lupini) were introduced from abroad, two from Prof. O. N. Allen[2], two from Dr. J. C. Burton[3], one from Japan, these five being in cultures and two kinds of commercial inoculants from Nitragin originated from U. S. A and Germany. Three pure isolates from native healthy plant nodules were found to be more effective amongst the many studied. For the purpose of comparison, all these strains were studied by five field inoculation experiments, and results showed that all the experimented strains were effective but, without any significant difference between them. The weight of green material in the inoculated plots increased from 10% to 210% over the non-inoculated ones, the variations being due to the location and the year of the experiment, the soil and climatic conditions. If necessary, all effective strains can be used for extension.

Of alfalfa rhizobia (Rh. meliloti) only three isolates were selected from American Nitragin. One field experiment was carried out. The yield of the inoculated plants increased about 50.5% over the non-inoculated ones. It seems that this difference of production will increase with the number of cuttings.

Eight strains of peanut Rhizobia (Rh. cowpea) were gathered, one from American Nitragin, three from Crotalaria, and four from various well-grown peanut plants in different regions. For the sake of selecting a good strain, field experiments were also made. An increase of yield from plants inoculated was 270.21 kg/ha., or 21.43% greater than those of non-inoculated. There was also no significant difference between them with the exception of the isolate NO. CF_{10}-A_1 (from Crotalaria nodule) which was not effective.

Of soybean Rhizobia (Rh. japonicum), two isolates from the American Nitragin, nine isolates from two varieties (yellow seed and black seed) cultivated in various districts were studied. Only two strains were chosen, GN of the American "S" Nitragin and the native strain GY_9B_5 of Mikuni variety, both were inoculated to five varieties of soybean on account of the relation of the host plants specificity. This experiment was run during the spring plantation in Pihtung (South Taiwan). The results indicated that the effective strains increased the yield from 2.04% to 15.93%. In average, the used strains gave the increasing rate of about 6.8% or 64.6 kg/ha., yet the calculated F value is not significant at 5% (the probability of which is about 15%). Only Mikuni variety of soybean failed to respond to the inoculation with Mikuni Rhizobia. Probable. the soil and climate were not good for their symbiotism. Therefore during the summer plantation on Mikuni soybean, these two strains, added to two native selection strains GB_{17}-A_4, GY_{13}-A_1, were tested again in Miaoli (North Taiwan), and all inoculated strains gave excellent results in this experiment with the exception of GN_5 (isolate-from "S"-Nitragin). The strains GY_9B_5, GB_{17}-A_4 were the most effective among them. Both strains gave the increasing rate of about 98% over the non-inoculated ones.

According to the confidence interval, the increasing rate of three good strains was given in the following table:

Confidence interval

Used strains	Confidence coefficient (α)=95%	Confidence coefficient (α)=99%
GY_9-B_5	142.81%>98.29%>53.77%	159.01%>98.29%>37.57%
GB_{17}-A_4	142.24%>97.72%>53.20%	158.44%>97.72%>37.00%
GY_{13}-A_1	99.42%>54.90%>10.38%	

For increasing the accuracy of research works on rhizobia cultivation in laboratory in future, a blank test had been conducted. The result of the experiment showed that the counting numbers of five squares (each square of 1 cm^2) within each petri-dish varied greatly as compared to the

variation between petri-dishes and flasks. Consequently, to increase the number of countings and the number of petri-dishes is the most effective way to get more accurate. That the shaking direction be alternately changed one by one may perhaps be favorable.

The main purpose of the report "A Study of New Media for Rhizobia" was aimed at finding out a proper substituent in place of the expensive mannitol or mannite in the well known yeast extract-mannitol agar medium. Plant extracts were also used in the test because of their supplying plant growth substituent. Kelp extract treated with alkaline solution was found to be more effective in promoting Rhizobia growth among the used plants. The results also indicated that it contains not only the available carbohydrates but also the available nitrogen compound for the nourishment of Rhizobia. Treated kelp extract used with glycerine or sucrose was satisfactory, but there was no significant difference comparing with yeast extract glycerine medium.

A mixture of garden soil, wood charcoal and bagasse was used in comparison with bagasse alone as absorbents (substrates) for commercial inoculants in our laboratory. The number of colony countings and the yields after inocualtion indicated that the mixed substrates treated with yeast mannitol solution were beyond the nine month preservation period, better than the same treatment of bagasse alone, whose highest preservative effciency reached at five months. The former gave the increased yield rate of about 47.74% and the latter about 7.8% over the non-inoculated plots.

1 Associate Professor of Taiwan Provincial College of Agriculture.

2 Professor of Bacteriology, University of Wisconsin, Madison 6. Wisconsin, U. S. A.

3 Research Director, The Nitragin Company, Milwarkee, Wisconsin, U. S. A.

蔗渣半纖維之分離及其生化學性質之研究

Studies on the Separation of Hemi-Celluloses of Cane-Bagasse and Their Biochemical Properties

高　青　松
by C. S. Kao

一、緒　言

蔗渣 (Cane Bagasse) 係甘蔗莖經壓榨碾將糖汁榨出後所得之殘渣，就臺灣之蔗糖工業而論，此物之產量甚鉅，除可作爲燃料、飼料、蔗渣板、紙漿(Pulp) 等等，在工業上之發展更爲世人所注目。

蓋蔗渣之碳水化合物〔Carbohydrate, $C_m(H_2O)_n$〕主爲纖維素〔Cellulose, $(C_6H_{10}O_5)_n$〕約占 50%、半纖維素(Hemi-Cellulose)約占 30%及木素 (Lignin) 三者所組成，而其中之半纖維素幾全爲失水戊糖 (Pentosan, $C_5H_8O_4$) 及甲基戊糖 (Methyl Pentosan, $C_6H_{11}O_5$)，利用此糖製造糠醛 (Furfural, $C_5H_4O_2$) *1 早在 1922 年即已工業化，臺灣於日據時代亦曾建糠糖工廠於臺北，以蔗渣爲原料製造糠醛 ($C_5H_4O_2$)。

如今在物盡其用，和生存競爭之原則下，對於副產之盡善利用，乃刻不容緩之事，此不僅對糖業之發展裨益至大，亦有助於國家之財源，糖糠醛再可用作塑膠物，尼龍 (Nyron)，人造樹脂等的製造，在工業上之成就已不容勿視，且各國石油蘊藏量正日漸減少，將來必有面臨油源枯竭之日，而糠醛又能提製代用石油濟其恐慌，故在國防上，人類生活上都有極大的貢獻。

半纖維素 (Hemi-Cellulose*2) 之名乃由Schulze 氏 (1890) 開始應用，有溶於稀鹼及被無機酸分解之性質，產生種種五碳糖 (Pentose, $C_5H_{10}O_5$) 及六碳糖 (Hexose, $C_6H_{12}O_6$)，隨着研究之進步又從此稀薄鹼溶液之抽出物中逐漸發現 Uronic Acid (糖氧化生成物)，Methoxyl group (CH_3O-) 等。因此半纖維素之組成分，由研究者之不同而有差異，Maxwell 氏認爲係 Gluco-Araban, Browne 氏認爲由 75% Xylan, 24% Araban及 1% Galactan 所組成，Prinsen 氏認爲經加水分解所生成之糖類主爲木糖 (Xylose, $C_5H_{10}O_5$) 及比木糖旋光度 (Spcific Rotation) 更大之樹膠糖 (Arabinose, $C_5H_{10}O_5$) 或右旋糖 (Dextrose, $C_6H_{12}O_6$)，八濱，義和氏等則認爲由 12.8% Araban, 87.2% Xylan 所組成，而三宅，大野氏等認爲係較純粹，含有微量 (7～8%) Arabinose ($C_5H_{10}O_5$) 之 Xylan (92～93%)。

近數十年來，對於蔗渣利用之報告頗多，然對有關蔗渣性質之資料頗感缺乏，本實驗爲欲更予 Hemi-cellulose 之構成成分加以闡明起見，由 Norris 及 Preece 氏之調製法以溫水處理後再以 4% NaOH 溶液將 Cane-Bagasse 抽出而得 Hemi-cellulose，分離之，分離之殘渣再以 8% NaOH 溶液抽出之，再予分離，於此所得之 Hemi-cellulose 中，研討其究否有 Norris 氏等所稱之 Hemi-cellulose 之 Hemi-cellulose A, Hemi-cellulose B, Hemicellulose C 等諸物質，再其構成成分如否與上述諸氏之研究成分究爲同一與否，故就 Hemi-cellulose 之生化學的性質 (Biochemical Property)，再由蒸餾水，草酸 (Oxalic Acid) 及硫酸 (Sulfuric Acid) 等加水分解 (Hydrosis) 狀態及加水分解生成物中之糖類予以檢索之，而將其結果繕成此報告。

* (1) 依 Councler 氏法

$$C_5H_8O_4 + H_2O \rightarrow C_5H_{10}O_5 \quad \text{(Hydrosis)}$$
Pentosan Pentose

$$C_5H_{10}O_5 - 3H_2O \rightarrow C_5H_4O_2 \quad \text{(in presence of HCl)}$$
Pentose Furfural

* (2) 以性質之差異分類如下：

a. Pentosan : Xylan, Araban, Arabo-xylan

b. Methyl-pentosan : Rhamnosan, Fucosane

c. Hexosan-pentose : Galacto-araban, Gluco-araban, Galacto-xylan, Gluco-xylan

d. Hexosane : Mannane, Galactan, Glucane, Fructan, Galacto-mannane

二、實 驗 部 份

I. 實驗材料

本實驗所用蔗渣，係由臺灣糖業公司溪湖糖廠取得，為新鮮之蔗渣，經揀別、風乾、磨碎，後其能通過孔徑 2 mm. 篩子者作為試料。其一般成分之分析結果如下表。(Table.1)

Table. 1 試料之一般成分 (乾物%)

General Analysis of Sample (Anhydrous Matter %)

成 分	百分率 (%)	成 分	百分率 (%)
水 分 (Moisture) ※	8.13	粗 脂 肪 (Crude Fat)	0.93
粗 灰 分 (Crude Ash)	5.54	粗纖維素 (Crude Fiber)	44.57
粗蛋白質 (Crude Protein)	1.93	可溶性無氮物 (Nitrogen Free-extracts)	47.03
※ 風 乾 物 %			

II. 半纖維素之調製法

(A) 分離

(1) 多糖類 (Polysaccharide) 之抽出

試料蔗渣 50gr. 用自來水洗滌三天，直至 α-Naphthol*3 反應消失為止，殘渣在沸水中煮沸 5 小時，過濾所得之濾渣，再加水作如上述之操作，以除去蔗渣中殘留之糖類、塵砂等不純物及蔗渣中之果膠質 (Pectin, Gum) 等。

(2) 以 4% NaOH Solu. 抽出半纖維素

a. Hemi-cellulose 1A

如上述 (1) 處理後之殘渣 (風乾物) 取 200 gr. 加苛性鈉酒精溶液(含 1% NaOH 之 50% $C_2H_5.OH$ Solu.) 3 L. 裝上逆流冷却器於水浴上加熱 2 小時冷却後濾過之。所得之殘渣再用同樣操作處理數次，至濾液無木素 (Lignin) 着色為止。最後加 50% 之酒精(Ethyl Alcohol) 3L.再加熱1小時使木素完全溶出。斯所得之溶液過濾後濾滌用水洗滌，壓榨，加 4% NaOH Solu. 1.5 L(殘渣中含有水分須計算在內) 時常攪拌，於室溫 (約25°C) 放置 48 小時。過濾透明液中於室溫加冰醋酸 (Acetic Acid, Glacial) 使溶液成酸性 (Temp. 35°C) ，得凝膠物。用遠心分離機分離，以酒精，乙醚(Ethyl Ether)洗滌乾燥之，得白色粉末 (收量 4.05 gr.) 此物稱之 Hemicellulose 1A. (該當於 Norris 及 Preece 氏所提之 Hemi-cellulose A 者) 。

b. Hemi-cellulose 1B

除去 1A 之濾液，於冰箱中 (Temp. 4°C) 放置 10 小時後加入半容量之丙酮 (Acetone) 得絮狀沉澱物，用分離機分離之。沉澱物中加 50% 之酒精溶液洗滌使酸性反應消失爲止。所得之沉澱物依常法乾燥得 Hemi-cellulose 1B (收量 15.27 gr.)。(該物相當於 Narris 氏所提之 Hemi-cellulose B 者)

c. Hemi-cellulose 2A, 2B

依 Norris 及 Preece 氏等之 Hemi-cellulose A, B 分離方法分離 Hemi-cellulose 2A, 2B 以作比較試驗之用。

秤取試料 200 gr. 與調製 1A 時同樣方法處理後，在 0°C 之冰箱中放置約 10 小時，加冰醋酸使溶液酸性時，得 Hemi-cellulose 2A (風乾物收量 11.00 gr.)。過濾液亦同樣處理，得 Hemi-cellulose 2B (風乾物收量 3.69 gr.)。

* (3) α-Naphthol 反應

在乾燥清潔試管中採試液 0.5 ml 加入 5% 之 α-Naphthol-Alcohol Solu. 1~2 滴 (此時液呈白濁)，再由小吸管 (Pipette) 注入純濃硫酸 (Sp.gr.=1.84) 1 ml. 於試管底，靜置之，則二液層間呈赤紫色 (非綠色，此乃 α-Naphthol 自身因不純之 Conc.H_2SO_4 而所生者。)，於水流下冷却之，靜靜加混合，則全液變赤色乃至青紫色，以分光器檢查之，則 DE 線間可認有吸收帶。

(3) 以 8% NaOH Solu. 抽出半纖維素

a. Hemi-cellulose 3A

已經 4% NaOH 溶液抽出後之殘渣 350 gr. 加 8% NaOH 溶液 1200 ml. 在室溫振盪 24 小時後靜置 24 小時，以紗布過濾再以玻璃過濾器 (Glass-filter, No. 3G) 盡量除去浮游物。濾液於冰箱中放置12小時，加冰醋酸使呈酸性，得白色凝膠物，經 50%，70%，80%，90%各濃度之酒精洗滌後，使酸性消失，再用無水酒精，乙醚 (Ethyl Ether) 脫水，乾燥得 Hemi-cellulose 3A，收量得 22.63 gr.

b. Hemi-cellulose 3B

除去 3A 之濾液，於冰箱中 (Temp. 4°C) 放置一晝夜後，加等量之酒精，而得 Hemi-cellulose 3B 之凝膠物。再用酒精與調製 3A 時同樣處理之，得 Hemi-cellulose 3B。收量得 8.33 gr.

以上所得之各種 Hemi-cellulose 收量及收率如次表。(Table. 2)

Table. 2　(as anhydrous matter %)

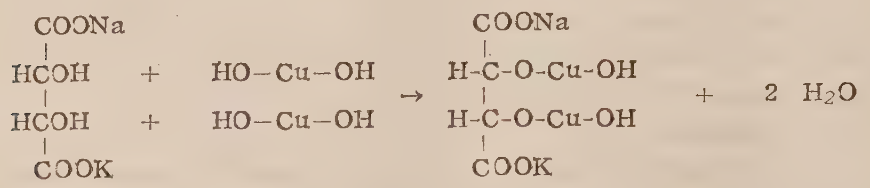
半纖維素	試料重	收量	收率 (%)	備註
1 A	200 gr.	4.05 gr.	2.20	試料水分含量
1 B	200 gr.	15.27 gr.	8.31	8.13%
2 A	200 gr.	11.10 gr.	6.04	
2 B	200 gr.	3.69 gr.	2.01	
3 A	350 gr.	22.63 gr.	7.03	
3 B	350 gr.	8.33 gr.	2.59	

(B) Hemi-cellulose 之精製

取供試料 5 gr. (2A) 於室溫中溶於 50 ml. 之 4% NaOH 溶液中，用玻璃濾過器過濾，得澄清之 Hemi-cellulose 液，加水稀釋成 400 ml. 一面攪拌，一面加入碱性之硫酸銅液 *4 60 ml. 再加入少量丙酮所得半纖維銅鹽之沉澱，放置少時，以離心機分離之。銅鹽以稀鹽酸及丙酮洗滌至無銅離子爲止 (Acetone 是除去鹽酸之用) 。乾燥後再溶於 4%NaOH 溶液中，用 96 %酒精沉澱得 Hemi-cellulose 2A。收量 4.2 gr.

* (4) 使用 Fehling's Reagent.

$CuSO_4+2NaOH=Cu\ (OH)_2+Na_2SO_4$



III. Hemi-cellulose 之生化學性質

Hemi-cellulose 廣存於植物界，係植物細胞膜之成分，附屬於纖維素 (Cellulose)，而除去木素 (Lignin) 粘質物(Pectin)等之高級多糖類以物而成者。就是失水戊糖〔Pentosan($C_5H_8O_4$)n〕，失水菊蒻糖〔Mannan($C_6H_{10}O_5$)n〕及失水半乳糖〔Galactan,($C_6H_{10}O_5$)n〕等高級多糖類(Poly-saccharide) 之總稱。 與 Cellulose 同爲一種無水糖之縮合物，所不同者，半纖維素可藉酸及酵素行加水分解，而得五碳糖 (Pentose)，六碳糖 (Hexose)，木糖 (Xylose)，樹膠糖 (Arabinose) 及半乳糖 (Galactose) 等之轉化糖。

本實驗所得之各種 Hemi-cellulose 均爲無色，無定形之粉末，易溶於 4% 冷苛性鈉溶液中，亦溶於沸水中而呈乳狀，但不溶於冷水中，與無機酸煮沸，則呈還原性，亦示有 Pentose 之反應，其灰分(Ash)，旋光度 (Specific Rotation) ，及五碳糖 (Pentose) 定量之結果如下表。(Table. 3)

Table. 3 (As anhydrous matter %)

試料 / 組成	1 A	1 B	2 A	2 B	3 A	3 B	精製 2 A
粗灰分 (%)	1.93	2.21	1.57	1.60	2.19	2.33	0.50
旋光度〔α〕D^{23}	—	-96.7°	-97.8°	-99.3°	-72.1°	-89.6°	-97.6°
木糖 (%)*5	87.96	89.54	93.09	90.16	75.43	88.34	88.16
甲基戊糖 (%)	—	—	—	—	—	—	—

【註】測定旋光度用 Kern Full-Circle Polarimeter.

旋光度以α代表之，$\alpha=a/1$ 式中 a 係實測得之廻轉角而 1 係試料液之厚度。

* (5) 以蒸餾水，草酸加水分解時其生成之還原糖所以視作木糖者係根據 Haworth 氏將 Esparto-xylan 加水分解時則由 Xylan 中祇分離得木糖 (Xylose) 一結果而定者。

IV. 半纖維素之加水分解情形

爲明瞭 Hemi-cellulose 之組成分及構造起見，用蒸餾水，草酸(Oxalic acid) ，硫酸分別在常壓及加壓下行加水分解，所得之還原糖依 Bertrand 氏法定量之。又蒸餾水及草酸分解物以樹膠糖 (Arabinose) 計算，硫酸分解物以木糖 (Xylose) 計算之。

A. 常壓加水分解法

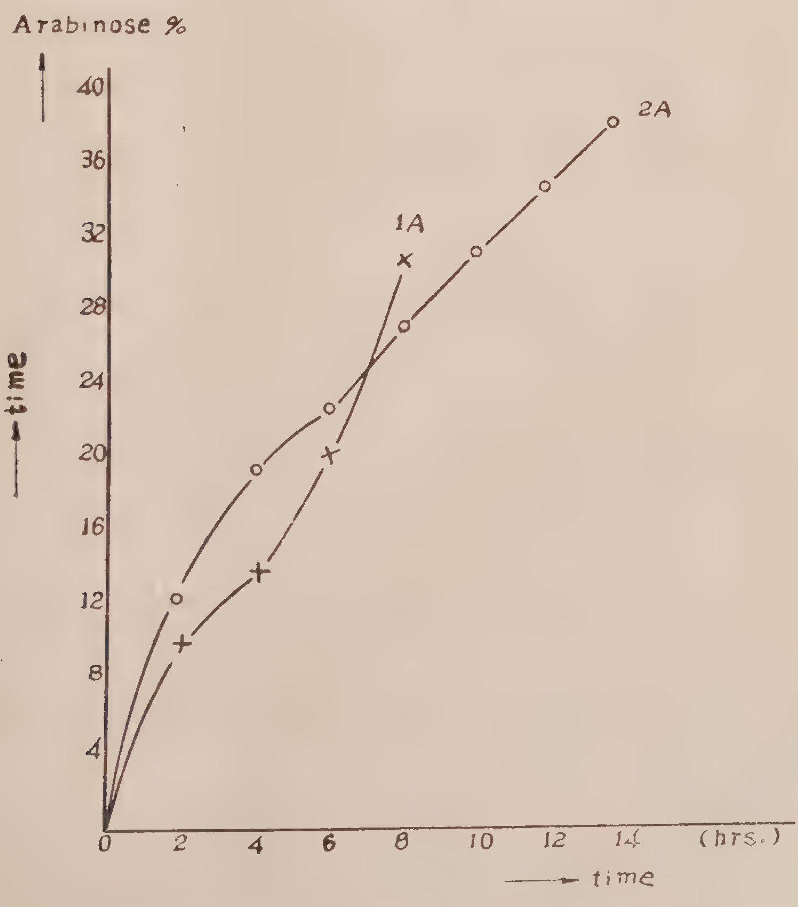
(a) 使用草酸 ($H_2C_2O_4$)

於圓底燒瓶 (250 ml.)中，分別秤取試料各 0.3 gr.，加水 50 ml. 裝上逆流冷却器於水浴上加熱 2 小時後，加入少量草酸使成 0.2% 之草酸溶液，再分別加熱 2，4，6，8，10，12，14 小時。冷却過濾後，吸取濾液 25 ml. 以苛性鈉中和之，依 Bertrand 氏法求得其分解情形，結果如次。 (Table. 4, Fig. 1)

Table. 4　　(供試料：1A，2A)

時間 / 分解度	2	4	6	8	10	12	14 (hrs)
1 A (%)	9.73	14.80	20.06	30.92	—	—	—
2 A (%)	12.51	19.76	22.93	26.82	30.05	34.54	36.27

Fig. 1　用 0.2% 草酸以常壓加水分解情形 / 供試料；Hemi-cellulose 1A,2A



【註】其分解度隨分解時間之延長而增加。

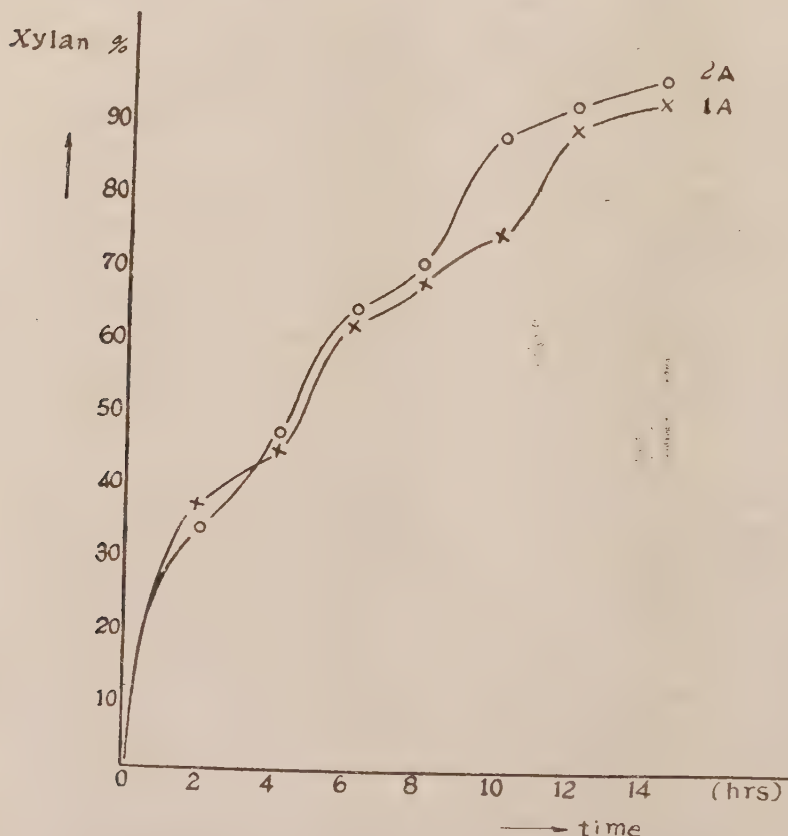
（b）　使用硫酸

秤取試料 (1A, 2A) 2 gr. 左右，加入 1% 硫酸 250 ml. 裝上逆流冷却器於水浴上行加水分解，每隔 2 小時測定其分解度，結果如次。(Table. 5, Fig. 2)

Table. 5　　　　(供試料：1A, 2A)

時間 / 分解度	2	4	6	8	10	12	14 (hrs)
1 A (%)	35.12	44.30	61.43	67.15	74.97	89.09	91.28
2 A (%)	34.78	45.16	63.24	70.38	89.05	92.32	94.07

Fig. 2 用 1% H_2SO_4 以常壓加水分解情形 / 供試料；Hemi-cellulose 1A, 2A



【註】　其分解度隨蒸煮時間之延長而增加，而 14 小時後到達最高分解度 (1A=91. 23%, 2A=94.07%)。

B.　加壓加水分解法

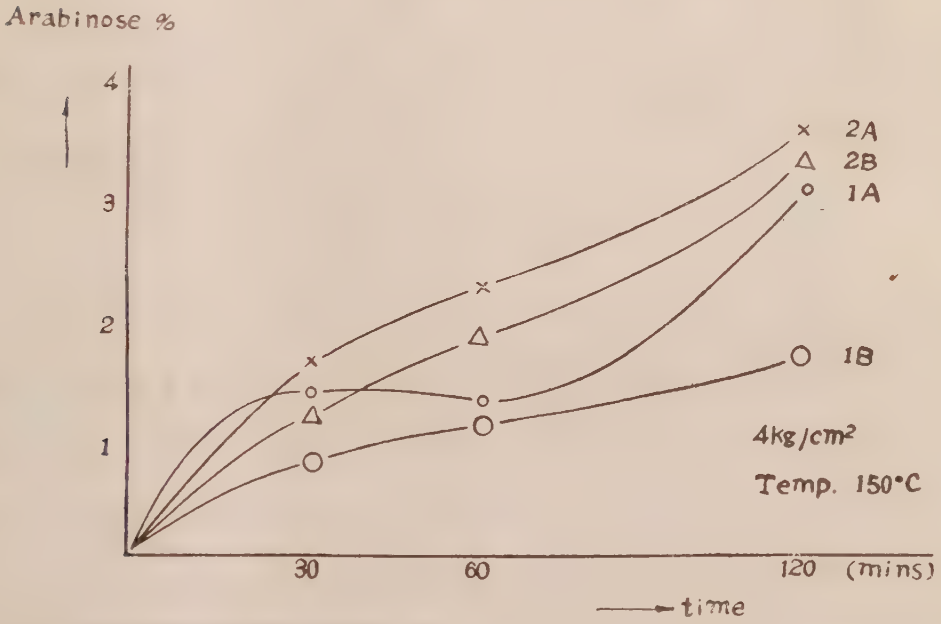
(a)　使用蒸餾水

秤取試料約 1 gr. 餾水 200 ml. 在攪拌式加壓釜 (Autoclave) 中蒸煮之，分別加壓半小時，1 小時，2 小時，測得其分解度，結果如下。(Table. 6, Fig. 3)

Table. 6　　(供試料：1A, 1B, 2A, 2B)

分解度 \ 時間(分)	30	60	120	備註
1 A	1.55	1.45	3.10	4kg/cm² Temp. =150°C
1 B	0.91	1.27	1.83	〃
2 A	1.74	2.34	3.57	〃
2 B	1.32	1.99	3.36	〃

Fig. 3 用蒸餾水以加壓加水分解情形 供試料；2A, 2A, 1A, 1B



【註】其分解度隨煮蒸時間之延長而增加。

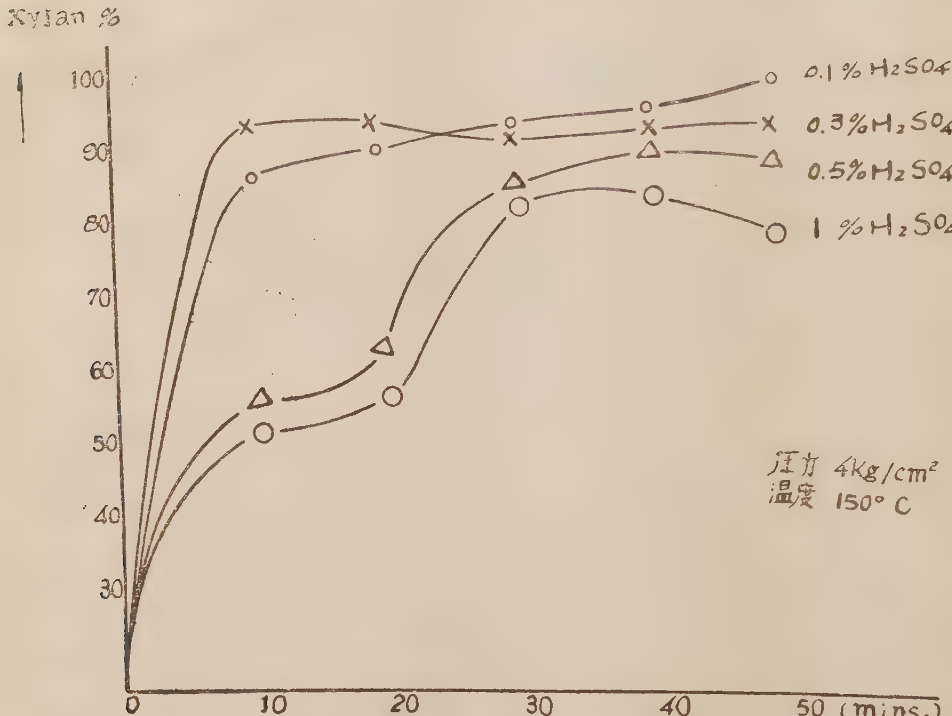
(b) 使用硫酸

秤取試料約 50 gr. 加入各種濃度 (0.1%，0.3%，0.5%，1.0%) 之硫酸各 50 ml. 經各種時間 (10分鐘，20分鐘，30分鐘，40分鐘，50分鐘) 蒸煮後，於室溫放冷、過濾、取濾液，用 Bertrand 氏定量法定量分解糖之量。 結果如次。(Table. 7, Fig. 4)

Table. 7　　(供試料： 2A)

濃度(%) \ 時間(分)	10	20	30	40	50 (min)	備註
0.1% H_2SO_4	85.63	87.83	90.27	90.90	92.61	4kg/cm² Temp. =150°C
0.3% H_2SO_4	92.75	92.97	89.74	88.52	83.63	〃
0.5% H_2SO_4	55.41	61.73	82.04	85.94	81.72	〃
1.0% H_2SO_4	50.84	58.04	80.43	78.75	74.49	〃

Fig. 4 用各種濃度硫酸以加壓加水分解情形 / 供試料； Hemicellulose 2A



【註】硫酸濃度爲 0.3% 蒸煮 20 分鐘，及 0.1 %之硫酸蒸煮50分鐘者分解度最高，達 (92.61~92.97%)。

由以上實驗結果得知其以蒸餾水加壓加水分解以及以草酸常壓加水分解，其分解度隨分解時間之延長而增加，但無一定値。

其以硫酸加壓加水分解以 Hemi-cellulose 2A分解結果，在 4kg/cm^2 壓力下，硫酸濃度爲 0.3 %蒸煮 20 分鐘，及 0.1 %之硫酸蒸煮 50 分鐘分解度最高，達 92.61~92.97 %。惟使用高濃度硫酸，分解度低，乃因引起分解物崩解之故，用低濃度硫酸乃因分解物之一部份殘留之故。

V. 加水分解生成物中糖類之探討

根據上項加水分解試驗結果，秤取試料 10 gr. 加 0.3 % 硫酸600 ml. 於加壓釜中蒸煮 20 分鐘 (4 kg/cm^2) 得淡黃色之分解液，放冷後濾去暗褐色之 Humin 狀樣物質，這時以氫氧化鋇〔Barium Hydroxide, Ba (OH)$_2$〕中和，最後以 Congo Red*6 爲指示劑 (Indicator) 用碳酸鋇(Barium Carbonate, Ba(C$_3$) 中和加熱 20 分鐘 (50°C)，然後用脫色炭 (Active Carbon) 使之脫色，過濾而得無色透明液。在 35°C 下減壓濃縮使成 20 ml. 得淡黃色之糖漿般液 (Syrup) ，檢定之，以 Pentose 之反應最爲顯著。就各種糖漿般液〔將用作試料 2A, 2B, 3A, 3B 加水分解後所得之糖漿液 (Syrup) 各定爲 2A′, 2B′ 3A′, 3B′〕中檢索其中存之各糖類時，則結果得各種結晶糖，由實驗認知其係 d-Xylose。

(a) d-Xylose ($C_5H_{10}O_5$)*7 之分離

各種 Syrup (採用 Hemi-cellulose 2A′, 2B′, 3A′, 3A′, 3B′)於結晶皿中在眞空乾燥器 (Vacuum Desicator) 行減壓濃縮，復在冰箱中時時攪拌，迨稜形之結晶析出，脫水乾燥之，所得白色結晶 A$_1$, 除去 A$_1$ 後之母液與結晶洗滌混合再行減壓濃縮成 10 ml. 左右，加脫色炭過濾，得透明液置結晶皿中以行減壓濃縮，析得結晶 A$_2$。結果如下表。 (Table. 8)

Table. 8

供試料 / 收量	2 A′	2 B′	3 A′	3 B′
結晶 A_1 (gr.)	5.85	6.70	5.50	6.10
結晶 A_2 (gr.)	0.73	0.69	0.47	0.61
合計 (gr.)	6.58	7.39	5.97	6.71

將第一次，第二次所得之結晶 (A_1, A_2) 行各別分析時計得；

(i) 結晶 A_1

(1) 融點 (m. p.) 144~145°C (Xylose 爲 144~145°C)，與鹿印 (日本武田製) Xylose 行混融試驗結果其融點 (m.p.) 亦不降下。

(2) $[\alpha]D^{23}=+28.5°$ (15 分鐘後)，+21.3 (30 分鐘後)，+20.7° (45分鐘後)，+20.0° (60 分鐘後)，+20.0° (80分鐘後)。根據 Browne 氏之報告 d-Xylose 之 $[\alpha]D^{20}$ 在其溶解 5分後，+35.9°，但此値因經過時間亦漸減少，至二小時後達+18.6°之一定値，而 Tanret 氏對於 d-Xylose 提出 $[\alpha]D^{15}=+18.898°$， $[\alpha]D^{30}=+19.628°$ 二數値。

(3) Cadmium-bromxylonate 試驗

將試料 (A_1,) 0.5 gr. 溶於 5 ml. 水中添加 0.5 gr, 之 Cadmium Carbonate ($CdCO_3$) 及 7~8 滴之溴水 (Br_2) 稍予加溫後，加塞放置一晝夜後，將其濃縮時則有 Cadmium-bromxylonate 之結晶析出。

由上述融點，旋光度及析出 Cadmium-bromxylonate 結晶諸性質可認知結晶 A_1 係 d-Xylose 是。

(ii) 結晶 A_2

(1) 融點 (m.p.) 144°~145°C，行混融試驗其融點亦不降下。

(2) 旋光度 $[\alpha]D^{23}=+20.0°$(最低値)

(3) 與 A_1 同樣析出 Cadmium-bromxylonate 之結晶。由上諸性質可認知結晶 A_2 亦係 d-Xylose 是。

除去 A_1,A_2 之溶液經減壓濃縮後置於冰箱中，則得白色針狀結晶，經加溫無水酒精 (Ethyl Alcohol, Anhydride)精製後則生白色稜形結晶，是爲 A_3 分離之。以 A_3 分離之母液再濃縮精製得白色稜形之結晶，定名爲 A_4。

A_3,A_4的融點(m.p.)均在 120~139°C 之間，亦從 A_3，A_4 結晶糖中製得 Cadmium-bromxylonate 及 Di-phenylhydrazon 等之誘導體故，認知爲係 Xylose 及 Arabinose 的混合物。

(b) 其他糖類之檢出

除去 A_1,A_2, A_3, A_4, 之濾液再行濃縮，分別試以各種糖類之反應，而現色反應試驗結果以 Pentose 之反應最爲顯著。

(1) Arabinose ($C_5H_{10}O_5$)*8 之檢出

取 2A′, 2B′, 3A′, 3B′之糖漿溶於少量水中，加入等量之二苯肼(Di-phenylhydrazin)無水酒精溶液，於冰箱中放置一晝夜後析得白色針狀結晶再用 95% 之溫酒精精製後，測得其融點 (m.p.)爲 204°C, 與 Arabinose 之二苯腙 (Di-phenylhydrazon)融點相符。

(2) Galactose($C_6H_{12}O_6$) 之檢出

糖漿般液 (Syrup) 經硝酸 (HNO_3) 氧化 (Oxidation) 後，應可檢得粘液酸〔Mucic Acid, $C_4H_4\cdot(OH)_4\cdot(COOH)_2$〕但實驗結果無結晶析出。*9

(3) Glucose ($C_6H_{12}O_6$)*10 之檢出

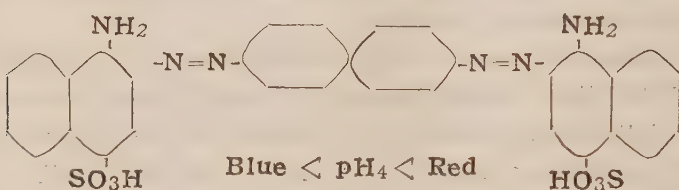
將 Arabinose-Diphenylhydrazon 分離後之母液減壓濃縮後放置於冰箱中，由 3B′ 析出結晶。以水精製時則得具有光澤之白色絹絲狀之稜形結晶，測得融點 (m.p.) 140~150°C 故，可推定其係 d-Glucose-Diphenylhydrazon(m.p.=155~156°C).。

(4) Mannose($C_6H_{12}O_6$)*11 之檢出

檢定 Mannose-phenylhydrazon 之結晶形狀，但實驗結果並無結晶析出。

由上各項結果在各種糖漿液中可檢得木糖(Xylose)及樹膠糖(Arabinose)，而在 3B′ 中則除 Xylose,Arabinose 而外尚可檢得葡萄糖(Glucose)。

*(6) Congo Red



Blue < pH_4 < Red

*(7) Xylose (木 糖)

```
  CHO                 CHO
   |                   |
 H-C-OH             HO-C-H
   |                   |
HO-C-H               H-C-OH
   |                   |
 H-C-OH             HO-C-H
   |                   |
  CH2OH               CH2OH
 D-Form              L-Form
```

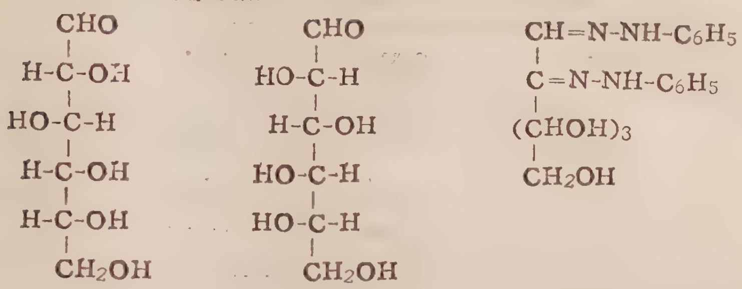
*(8) Arabinose (樹膠糖)

```
  CHO                 CHO
   |                   |
HO-C-H               H-C-OH
   |                   |
 H-C-OH             HO-C-H
   |                   |
 H-C-OH             HO-C-H
   |                   |
  CH2OH               CH2OH
 D-Form              L-Form
```

*(9) Galactose (半乳糖)

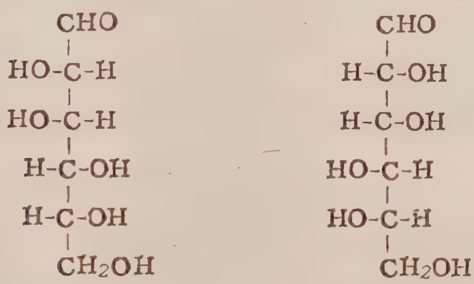
```
  CHO                                  COOH                                  CHO
   |                                    |                                     |
 H-C-OH                               H-C-OH                               HO-C-H
   |                                    |                                     |
HO-C-H          HNO3                 HO-C-H            HNO3                  H-C-OH
   |         ----------->               |           <-----------              |
HO-C-H        Oxidation              HO-C-H          Oxidation               H-C-OH
   |                                    |                                     |
 H-C-OH                               H-C-OH                               HO-C-H
   |                                    |                                     |
  CH2OH                                CH2OH                                 CH2OH
D-Galactose                     Mucic Acid(粘液酸)                        L-Galactose
```

*(10) Glucose (葡萄糖)

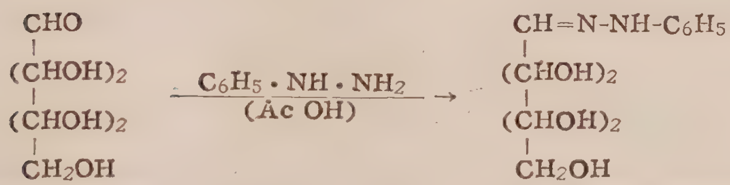


D-Form　L-Form　Glucose-Di-phenylosozon

*(11) Mannose (蔴蒻糖)



D-Form　L-Form



Mannose　Mannose-Phenylhydrazon.

(c) Hemi-cellulose 之組成

構成 Hemi-cellulose 之主成分 Xylose 及 Arabinose 間之量的關係，可藉加水分解液之還原糖 (Reducing Sugar) 之定量及測定旋光度之方法及將 Arabinose-Diphenylhydrazon 定量法以求得之方法。

1. 旋光度法

採取一定量之加水分解液行還原糖之定量及旋光度之測定。計算法如下。

設 d-Arabinose 含量爲 y %

d-Xylose 含量爲 x %

d-Arabinose $[\alpha]D^{23}=97.6°$

d-Xylose $[\alpha]D^{23}=20.0°$

則 $y+x = 100$ ……………………………(1)

$$[\alpha]D^{23}=\frac{20.0\,x+97.6\,y}{x+y} \quad \cdots\cdots(2)$$

由(1)，(2)式可求得 x，y 値。所得之結果如次。(Table.9)

Table. 9　木糖、樹膠糖含有量(依旋光度法)

供　試　料	2 A	2 B	3 A	3 B
[α] D^{23}	25.70	24.80	25.20	25.40
y(Arabinose)%	7.13	5.94	6.46	6.71*(註)
x(Xylose)　%	92.87	94.06	93.54	93.46

*【註】含有葡萄糖之數値。

2. Arabinose-Di-phenylhydrazon 法

吸取一定量加水分解液，加入比旋光度測出之 Arabinose 相當量為多量之二苯聯 (Di-phenylhydrazin)，裝上逆冷却器於水浴器 (Water-bath)上，加熱 30 分鐘，加溫後於冰箱中放置4~5 小時，所得結晶以 95% 酒精洗滌，然後在蒸氣浴 (Steam-bath) 中小心乾燥，秤量之。 欲檢定所得結晶是否為 Arabinose-Di-phenylhydrazon *12 僅需以 96% 之溫酒精精製後測定其融點為 196°C 與 Arabinose-Di-phenylhydrazon 之融點 (m.p.) 相符。尙此結晶之一部分能溶於 96% 之溫酒精故，採一定量之鹿印 (日本・武田製) Arabinose 加入 Di-phenylhydrazin ，使生成 Arabinose-Di-phenylhydrazon，由苯腙 (hydrazon) 之量，算出 Arabinose 與原含 Arabinose 之量 ，求出相對補正係數 (Factor) ，與各試料之 Arabinose 相乘，即得補正之量。

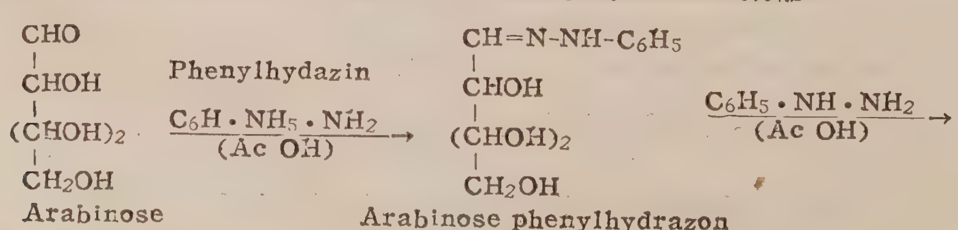
結果如次表。(Table. 10)

Table. 10　木糖、樹膠糖含有量(依腙苯結晶法)

試　料	2 A	2 B	3 A	3 B	鹿印 Arabinose
供 試 料 重(gr.)	0.345	0.486	0.378	0.370	0.0357
Arabinose-Di-phenylhydrazon (gr.)	0.0308	0.0431	0.0403	0.0517	0.0514
Arabinose (gr.)	0.0146	0.0204	0.0191	0.0245	0.0243
補正Arabinose (%)	6.18	6.12	7.37	9.66	—
Xylose (%)	93.82	93.88	92.63	90.34	—

在 2A, 2B, 3A 中之 Arabinose 之量，其由旋光度法求得之値及由 Arabinose-Diphe nylhydrazon 以求得者，大致相等，均約 6~9% 。惟在 3B 中其由前所得之値為 6.71% 而由後者以求得之値則為 9.66% 二者之差，頗有距離，此可想其由於存有 Glucose 之故。

*(12) Xylose-Di-phenylhydrazon 不能生成，Glucose-Di-phenylhydrazon 可以結晶析出，且易溶於溶媒中故與 Arabinose-Di-phenylhydrazon 可分離。



$$\begin{array}{l} CH{=}N{-}NH{-}C_6H_5 \\ | \\ CO \\ | \\ (CHOH)_2 \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[(Ac\ OH)]{C_6H_5\cdot NH\cdot NH_2} \begin{array}{l} CH{=}N{-}NH{-}C_6H_5 \\ | \\ C{=}N{-}NH{-}C_6H_5 \\ | \\ (CHOH)_2 \\ | \\ CH_2OH \end{array} + C_6H_5{-}NH_2 + NH_3$$

Arabinose-Osone　　　　Arabinone Phenylosazon.

三、　討　　論

由以上實驗結果得知其以蒸餾水加壓加水分解以及以草酸常壓加水分解，其分解度隨分解時間的延長而增加，但無一定數値，其以硫酸常壓加水分解由三宅、濱口等實驗結果，曲線頗爲圓滑，然本實驗中以不同樣品作同樣之處理，則結果不甚美滿。

硫酸之加壓加水分解以 Hemi-cellulose 2A 分解結果，在 4kg/cm^2 壓力下硫酸濃度爲 0.3% 蒸煮 20 分鐘，及 0.1% 之硫酸蒸煮 50 分鐘者，分解度最高，達 92.61~92.97%。惟使用高濃度硫酸，分解度反低，乃因引起分解物崩解之故，使用低濃度硫酸乃因分解物之一部份殘留之故。

殘渣中之各種 Hemi-cellulose 之粗灰分 (Crude Ash) 量較少 (1.93 ~ 2.33%)。由 Furfural 中求出之 Xylan 量，較由加水分解所得者爲低，故可假定有二種 Pentose 存在。惟在 3B 其由前者所得之値，較由後者求得之値爲低，此可想像其由於存有 Glucose 之故。

構成 Hemi-cellulose 之主成分， Xylose 及 Arabinose 間之量之關係，可藉加水分解液之還原糖之定量及測定旋光度之方法及將 Arabinose-Di-phenylhydrazon 定量以求得之方法。

在 2A, 2B, 3A 中，由兩方法求得之數値，約含有 6~9% 之 Arabinose。 但在 3B 中則因含有 Xylose, Arabinose, 及 Glucose 故由兩方法不能測得其中各種類之含量。

Hemi-cellulose 之構成成分據 Maxwell, Browe, Prinsen, 八濱、三宅及大野諸氏之研究，可知因研究者其構成成分間示有相當之差異，此可想像其實驗上處理法間有所不同所致。本實驗中 Hemi-cellulose 2A, 2B, 3A 之加水分解生成物含有 6~9% Arabinose 及 91~94% 之 Xylose，而在 3B 之加水分解生成物中，則可認出其含有多量之 Xylose 及少量之 Arabinose 及 Glucose。

Norris 及 Preece 兩氏將 Hemi-cellulose 分類成 Hemi-cellulose A, Hemi-cellulose B, Hemi-cellulose C 等各物質，本實驗之結果由促使 Hemi-cellulose 沈澱之條件可知其成 Hemi-cellulose A 或 Hemi-cellulose B。在本實驗所得之A, B 即相當於 Narris 等所稱之 Hemi-cellulose A,B 之物質，均可由其加水分解液檢出 Xylose 及 Arabinose, 再由 Xylose, Arabinose 等含量殆稱相當一事實以觀，可想其中並無 A, B 等以外物質。

Hemi-cellulose 2A, 2B 及 3A 其由 Furfural 以求得之 Xylan 値及旋光度及加水分解液之還原力以求得之 Xylan 之數値微示有差異 ， 但在加水分解液中祇檢得 Xylose 及 Arabinose ，且兩者之量亦約含有同量。再由加水分解液以得之 Xylose 之收量殆亦相等，故可推想 2A, 2B, 3A 中含有同一之構成成分。但各物質其對於溶媒之溶解度之不同，則基因於各物質重合度之不同，抑或由於構造上之相異則尚不明有待今後之研究。 3B 由其加水分解液中除 Xylose, Arabinose 以外尙可檢出少量 Glucose 爲此與 2A, 2B, 3A 構成分稍有不同。

而在本實驗中以得之 2A, 2B, 3A, 之加水分解液中可檢出 6~9% Arabinose 與 91~94%之 Xylose。爲此可想像 Bagasse-Hemi-cellulose 係在 6~9% Arabane 及 91~94

%Xylan 結合狀態或混合狀態，或由 6~9% Arabinose 與 91~94% 之 Xylose 化合而以 Arabo-xylan 態存在之。再在 Hemi-cellulose 3B 加水分解液中可檢出 Arabinose, Xylose 及 Glucose 故 Hemi-cellulose 3B 係以 Xylan, Araban, Dextran 等結合狀態或混合狀態或由 Xylose, Arabinose 及 Glucose 結合而以高次化合物態存在之，其構造未盡明，尚待研究。

四、結 論

由蔗渣(Cane-Bagasse)中除去溫水抽出物後而得之殘渣，再以 4% NaOH 溶液抽出之，抽出液以冰醋酸(Acetic acid, Glacial)使成酸性，而得 Hemi-cellulose 2A, 再將 2A 除去後之溶液中加入半容量之丙酮(Acetone) 而得 Hemi-cellulose 2B, 而除去 2A, 2B 後之殘渣，更以 8%NaOH 溶液抽出之，抽出液以冰醋酸使呈酸性，而得 Hemi-cellulose 3A, 再在除去 A 後之母液中加入等量之酒精 (Ethyl Alcohol)，而得 Hemi-cellulose 3B。
茲就 Hemi-cellulose 2A, 2B, 3A, 3B 等，研討其生化學的性質計得；

1. 精製 Hemi-cellulose(2A) 之粗灰分 (CrudeAsh) 量爲 0.50%，旋光度(Specific Rotation) $[\alpha]D^{23}=-97.6°$

2. 根據 Norris 及 Preece 氏等之研究，將半纖維素分爲 Hemi-celluloseA, Hemi-cellulose B, Hemi-cellulose C 等，但此實驗中未能確認之。

3. 由 Hemi-cellulose 2A, 2B, 3A, 3B 等之加水分解液，能分離得結晶狀 d-Xylose。係稜形之結晶；融點 (m.p.) 144~145°C，旋光度 $[\alpha]D^{23}=21.3°$ (30 分鐘後)，+20.7° (45分鐘後)，+20.0°(60 分鐘後)，+20.0° (80 分鐘後)。而且能生成 Cadmium-bromxylonate 之結晶。

將 d-Xylose 分離後之母液可檢得 d-Arabinose 之 Di-phenylhydrazone，係針狀結昌融點 (m.p.) 爲 204°C。

再由 Hemi-cellulose 3B 之加水分解液中除上述之 Xylose, Arabinose 以外尙可推定其略存有 Glucose。

4. Hemi-cellulose 2A, 2B, 3A 之加水分解液中，其含有之 Arabinose 之量，可以測定其旋光度法或由 Arabinose-Di-phenylhydrazon 定量法以求取之，由二方法所得者，大致相等，均約含有 6~9% 之 Arabinose。

5. 因此可想像 Bagasse-Hemicellulose 2A, 2B, 3A 係在 6~9% Araban 及 91~94% Xylan 結合狀態或混合狀態，或由 6~9% Arabjnose 與 91~94% 之 Xylose 化合而以 Araboxylan 之形態存在之，再在 Hemi-cellulose 3B 係以 Xylan, Araban, Dextran 等結合狀態或混合狀態，或由 Xylose, Arabinose 及 Glucose 結合而以高次化合物態存在之。

五、參 考 文 献

(1) Norris & Preece ; Bio. Chem. J. 1930
(2) Haworth, Hirst & Olier ; J. Chem. Soc. 1922
(3) Browne ; A Hand Book of Sugar Analysis. 1912
(4) Farnell ; Intern. Sugar Tourn. 1923
(5) A. O. A. C ; Official Method of Analysis. 8th ed. 1953
(6) Winton ; Analysis of Food. 1952

(7) Dunn & Drell ; Expriments of Biochemistry 1951
(8) Cantarow ; Biochemistry 1954
(9) 三浦伊八郎：西田屹二；木材化學，昭和18年。
(10) 臺灣糖業公司；臺灣糖業季刊，第二期。
(11) 臺灣糖業公司；糖業手冊，第九篇。
(12) 三浦伊八郎、西田屹二；理論實際林產製造。
(13) 三宅捷、濱口榮次郎；熱帶農學會誌，第 11~13 卷 (1939~1941)
(14) 兒玉佳三；生物化學ハンドブツク。
(15) 藤井暢三；生化學實驗法，定性、定量篇。
(16) 東京大學農學部農藝化學教室；實驗農藝化學(下卷)。

Studies on the Separation of Hemi-Celluloses of Cane-Bagasse and Their Biochemical Properties

by

C. S. Kao

Summary

The residue obtained from Cane-Bagasse by the removal of boiling water extract and extract of Ammonium Oxalate [$(NH_4)_2 \cdot C_2O_4 \cdot 2H_2O$] solution was extracted with 4% Sodium Hydroxide(NaOH) solution. Acidfy the extract with Glacial Acetic Acid ($CH_3 \cdot COOH$), Hemi-cellulose 2A was produced. Filtering, and then add to the filtrate half volume of Acetone ($CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$), Hemi-cellulose 2B was also precipitated out. The residue obtained from the removal of Hemi-cellulose 2A, Hemi-cellulose 2B, was further extracted with 8% of Sodium Hydroxide (NaOH) solution. Acidify the extract with Acetic Acid ($CH_3 \cdot COOH$) to obtain Hemi-cellulose 3A. Separate 3A and add an equal volume of Ethyl Alcohol ($C_2H_5.OH$) to the filtrate, Hemi-cellulose 3B was finally produced.

The biochemical properties of Hemi-cellulose 2A, Hemi-cellulose 2B, Hemi-cellulose 3A and Hemi-cellulose 3B were actually studied.

1. Crude ash of purified Hemi-cellulose (2A) is 0.45%, specific rotation $(\alpha)D^{23} = -97.6°$

2. The Hemi-cellulose A, Hemi-cellulose B, Hemi-cellulose C as called by Norris and Preece could not be identified.

3. d-Xylose($C_5H_{10}O_5$) was separated from the hydrolyzate of Hemi-cellulose 2A, Hemi-cellulose 2B, Hemi-cellulose 3A, and Hemi-cellulose 3B.

The theoretical yield was 75.9% prism-type crystal, m. p. =144°~145° C, $(\alpha)\ D^{23} = +28.3°$ (after 15 minutes) , +24.8° (after 20 minutes) , + 21.3° (after 30 minutes) , + 20.7° (after 45 minutes) , + 20.0° (afer 60 minutes) , +20.0° (after 80 minutes) .

d-Arabinose ($C_5H_{10}O_5$) was identified as Arabinose-di-phenylhydrazon (m.p. =204° C) from the mother liquor of d-Xylose ($C_5H_{10}O_5$) . Moreover the presence of Xylose ($C_5H_{10}O_5$) , Arabinose ($C_5H_{10}O_5$) , Glucose ($C_6H_{12}O_6$) in the hydralyzate of Hemi-cellulose 3B was identified.

The hydrolyzate was negative to Ketose reaction and Pentose ($_5H_{10}O_5$), Hexose ($C_6H_{12}O_6$) could not be identified.

4. The content of Arabinose in the hydrolyzate of Hemi-cellulose 2A, Hemi-cellulose 2B, Hemi-cellulose 3A and Hemi-cellulose 3B was analyzed by the determination of specific rotation and assay of di-phenylosazon of Arabinose. The results obtained were the same about 6~9% of Arabinose.

5. Bagasse Hemi-cellulose 2A, Hemi-cellulose 2B, Hemi-cellulose 3A and Hemi-cellulose 3B is formed in conbination or mixture state of 6~9 % Araban and 91~94 % Xylan, or presence as Arabo-xylose by the combination 6~9 % Arabinose and 91~94 % Xylose.

Hemi-cellulose 3B is formed by the combinig or mixture state and it is supposed that Xylose, Arabinose and Glucose are present as combining form.

大麥斑點病之研究

Studies on Spot Blotch of Barley

郭　孟　祥

Mong-shang Kuo

一、前　　言

釀酒用大麥在本省之栽培歷史並非悠久，於二次大戰之前，日本"高砂啤酒工廠"由其本國引進二條大麥一金瓜畿內 66 號一等用作小規模之試驗栽培，旋因二次大戰發生而告停頓。

本省自光復以來，啤酒之消費日益增多，於酒公賣局有鑒及此，乃於彰化增設啤酒工廠一所，從事生產以供自給，而節省外匯之消耗，但釀製啤酒之唯一原料——大麥，必須自給自足，始能達到自力更生之目的。因此，公賣局委託本院農藝系從事進行釀酒用大麥之品質改良試驗，農藝系即於民國三十九年起，着手進行，先後自國內外各地引進二百餘品種，就栽培及育種兩方面進行試驗，已獲顯著成果。(37) 唯本省地處亞熱帶，週年溫暖多濕，即於大麥栽培適期之秋冬春三季，除冬季氣溫較低外，初秋與晚春，氣候或暖或濕，殊不利於大麥之生長。因此，於生育初期及後期，易遭受病菌之侵害。其中尤以由 *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayahi) Drechselr 引起之斑點病最爲猖獗，而影響大麥之生產至甚且鉅。

大麥斑點病之研究，在本省，過去尚乏專文報告，際此大麥即將正式推廣之前，茲就本病提供若干資料：諸如本病之病徵，發病部位，病菌之形態及其生理性質，以及幾種種子處理方法及若干種子處理藥劑對斑點病菌之殺菌效果等，加以初步之探討，以爲今後進一步研究之基礎。

二、前 人 研 究

本病係於 1910 年由 Pammel, King 及 Bakke (1910) (24) 發現於美國 Iowa 州，並鑑定病原，命名爲 *Helminthosoprium sativum* n. sp。此後 Stakman (1920) 報告) 28) 自罹病之小麥及黑麥之不同部位分離得一種與 Pammel, King 及 Bakke 氏等所報告之 *H. sativum* 極相似之 *Helminthosporium* 菌。Stakman 氏謂其所分離之 *Helminthosporium sativum* 菌，能引起小麥及黑麥之幼苗枯萎病 (Seedling blight)，同時亦能侵害葉片，節，稈，根，稃皮及麥粒等。氏亦於其他禾本科草本植物上接種成功。Stevens F. L. (1920, 1922) (29) (30) 報告，美國 Wisconsin 州，Madison 地方之小麥裾腐病 (Foot rot disease of wheat) 之病原爲 *H. sativum*。而曾就其形態及病理等加以精細之研究。並述及病菌之突然變異現象 (Saltation)，又培養溫度與培養基之種類，均能影響病菌之形態。

1922 年 Hamblin (16) 氏報告在 Australia 之 New South Wales 發現由 *Helminthosporium* 菌引起之小麥裾腐病，氏認爲該病與因 *Ophiobolus graminis* Sacc. 所引起之 "take-all" 病（發生於幼苗之條斑病）酷似。惟就其記載觀之，即與 Stakman 及 Stevens 氏等所報告者相同，其病原以應爲 *H. sativum*。

Christensen (1922), (6) 就本菌之寄主範圍，生態分化，抵抗性品種，越冬之方法及傳播源等詳加研究。氏以人爲接種法，就禾本科植物 134 種之接種試驗結果，發現其中 93 種能感病，尤有 58 種爲強度罹病症。

Dosdall (1923) (12) 氏就影響本病菌寄生性之因子加以研究，並設定分生胞子之測定標準。Christensen (1926) (7) 又依病菌之生長速度，氣生及基中菌絲之比率，菌落之形狀，同心輪紋之形成，分生胞子形成之情形，密度及菌絲之顏色等，區別爲 37 個生理系統，並就生理系統之生理性質及其病原性加以比較試驗。

栗林氏 (1929) (33) 報告，於 1927 夏，在人工培養基上，發現 *H.sativum* 之子囊殼時代。並依其形態上之特性，將其命名爲 *Ophiobolus sativus* (P. K. B.) Ito et Kuribayashi (18)。

Drechsler 氏 (1934) (14) 則將 *Ophiobolus* 中之子囊胞子於子囊中呈紋紋狀 (helicoid) 排列之一群獨立爲 *Cochliobolus* 屬，並以 *C.heterostrophus* 爲其 type species。是此 Dickson 氏 (1947) 乃將 *Ophiobolus sativus* (P.K.B.) Ito et Kur. 更名爲 *Cochliobolus sativus* (Ito et Kur.) Drechsler。

Christensen 及 Davis (1937) (8) 兩氏云，H.sativum 之變異，起因於突然變異 (Mutation) 者，較之異核結合 (Heterocaryosis) 爲多，惟氏等並未否定，由異核結合引起變異之可能性。

Christensen 及 Schneider (1948) (9) 發現 *H. sativum* 之單胞培養菌系，雖於 Marquis 小麥上，連續經過十代，亦甚穩定，其發生突然變異之頻率，僅爲1 : 2,900。Tinline R. D. (1951) (31) 報告，煮沸及表面消毒後之大麥種粒，置於 Sach's nutrient agar 上者，爲得 *C.sativus* 之最適培養基，並以單子囊胞子培養證明本菌爲雌雄異體(Heterothallic)。

Luttrell, E. S. 氏 (1955) (21) 就 Geogia 試驗場之模式標本(type specimens) 及新鮮標本之比較研究結果，認爲 *H.sativum*, *H.acrothecioides*及 *H.californicum* 均應爲 *H.sorokinianum* 之同種異名。然 Dickson, J. G. (1956) (11) 則認爲將 *H.sativum* 視爲 *H.sorokinianum* 之異名乃不智之舉。

本病在本省尚乏專題報告，僅見澤田氏 (1919) (36) ，就病徵，病菌形態加以簡單之記載，氏於民國六年，於臺北頂內埔首先獲得本病標本，並將其觀察結果，報告於臺灣産菌類調查報告第一編。

三、材料及方法

本研究中使用之主要菌株，係自大麥品種農院一號之罹病葉片，依常法，自新鮮之病組織，用 0.1% 昇汞水浸漬一分鐘，再經無菌水漂洗三次後，移置於馬鈴薯蔗糖培養基 (P.S.A.) 平板上而得者。另依 Keitt 氏法 (20) ，作單胞分離培養，比較菌落外觀，胞子形態及依接種試驗而確定其病原性。其他供試材料及試驗方法，於各項試驗結果中分別詳述之。

四、病　　徵

大麥斑點病爲多犯性病害，除大麥外，尚能爲害小麥及其他禾本科植物；其中以 Elymus, Agropyron 及 Bromus 等屬尤易被害 (27) 其局部病斑 (Local lesions)，除發生於葉部外，尚能出現於根部，幼苗，稈，花器及麥粒等。因發病部位之不同，各出現不同之病徵，通常多依發病部位之不同，而給與不同之病名：如根腐病 (Foot rot) ，幼苗枯萎病 (Seedling blight) ，斑點病 (Spot blotch) ，黑點病 (Black point or kernel smudge) ，及黑節病 (Node-decay) 等是。

茲就本省釀酒用大麥品種罹病株多株，觀察所得記敍如下：

1. 麥粒病徵 (黑點病) ：麥粒上發病者， 在美國稱爲 "Black point" ，加拿大即名爲 "

Kernel smudge"。麥粒之病徵，首先由 Evans (1921) (15)，於小麥上發現者，氏指出，病斑以出現於近胚端者爲最多。筆者自省產大麥種粒分離所得結果證實，存在於本省之 "Black pointed kernel" 之比率甚高，農院一號，二號，三號及四號均達 100%，且以 *H. sativum* 菌佔絕大多數。如表一。

表一：麥粒之菌相

Table 1 : Observation of microflora on barley seeds (non-surface sterilized)

品 種 Varieties	供試麥粒總數 Nos. of seed tested	微生物種類 Microbes isolated		
		H. sativum	Fungi other than H. sativum	Bacteria
農院一號	20	19	1a	8
農院二號	20	14	—	7
農院三號	20	14	20b	4
農院四號	20	20	1	15

a. Alternaria spp.

b. Rhizopus sp runs over all dishes

麥粒之黑點病，在本省多見於大麥而小麥者尚未發現。病徵係於麥粒表面之部分或全部呈暗褐色或黑色之斑點，常由多數斑點互相融合而呈黑色斑塊，通常以近胚端者爲最多（如圖版一 E.）。此種病粒如置於濕室 (damp chamber) 即於病粒上產生多量之分生胞子，而呈黑粉狀。

2. 幼苗上之病徵（根腐病 Root rot，裾腐病 Foot rot，幼苗枯萎病 Seedling blight）：本項病徵係指寄主幼苗之根部，基部及葉部被害後出現之反應而言。

Stakman (1922)，Stevens (1920) 及 Hamblin (1922) (18) (23) (16) 等相繼報告，根腐病，裾腐病及幼苗枯萎病等，在美國及濠洲等地爲害小麥及大麥頗重。

幼苗根部被害後，初期，僅於發病處出現淡褐色變色部，而後隨病勢之進展，其顏色亦漸加深，由淡褐變爲暗褐色，終即部份根系腐爛而脫落，因根系之腐爛（如圖版一，D），導致水分及養分之供應失常，植株生長因而受阻，甚至未萌芽前即夭折於土中。

幼苗出土後，幼苗之子鞘 (Coleoptile) 常見暗色小斑點，斑點逐漸擴大，顏色亦漸加濃，由葉鞘擴及內部組織，葉片或根部，輕者，僅幼苗生長暫時受阻或下部葉片枯萎，然於環境適宜時即又恢復生長。重者，全株被毀，故有欠株現象。

3. 葉部病徵（斑點病）：在本省於元月下旬至收穫期，尤見猖獗。其多自下部葉片開始發病，於葉面，初生長 1.0—1.5mm. 寬 0.5mm 之小型，輪郭模糊之長橢圓型或圓筒型病斑，而後擴大爲 5—10mm，寬 2——5mm. 左右。病斑之中央着色最濃，爲黑褐色，周圍較淡，（如圖版一A）。常見病斑融合而爲黃褐色大型病斑，因而引起葉片之枯死。枯死病葉，多因胞子及分生子梗之形成而呈淡色黑粉狀。除葉面外，葉面基部與葉鞘連接處，亦常形成不定形之大型暗褐色病斑。

於葉鞘發病時，初爲暗褐色小型病斑，輪郭模糊，中央色濃，長橢圓形或紡綞型，繼即擴展或融合而呈縱行不規則狀之斑塊（如圖版一，B），且常見由此內侵，爲害麥稈而移侵節部。

4. 稈節部病徵：植株發病嚴重時，常見稈節之病斑。乃由葉內侵而引起者。麥稈被害後，於患病部形成暗褐色略成條狀，而輪郭欠明之病斑，並多由此向上擴展侵害節部。節部被害後病部變黑，終即圍繞全節，故麥稈易於由此垂折，而形成所謂之黑節病 (Node-decay) 。（如圖版一C）。

四、病 原 菌

本病之病原菌，具有兩型胞子：一爲有性時代之子囊胞子，另一即爲無性時代之分生胞子。有性時代之 (*Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayashi) Drechsler 僅發現於人工培養基上。而無性世代之 *Helminthosporium sativum* Pammel, King & Bakke 即大量形成於枯死之病葉組織上。前者之學名多無異論，而後者，學者對之意見分歧，各持一說。

H.sativum 一般認爲 Pammel, King 及 Bakke 三氏最初發現於美國 Iowa 州。但在此以前，1892 年已有俄人 Sorokin 氏於俄國南部 Ussuria 地方發現寄生於小麥及黑麥穗部之 *Helminthosporium* 菌，而定名爲 *H. sorokinianum* (23) 。關於 *H. sativum* 及 *H. sorokinianum* 之異同，至 1923 年始見 Drechsler 氏 (13) 之主張，氏云 *H.sorokinianum* 與 *H.sativum* 似爲同種，惟氏亦未加斷定，而仍沿用 *H.sativum* 之學名。

Lindfors 氏 (1918) 曾於發芽之大麥種子上發現一種 *Helminthosporivm* 菌，而命名爲 *H.acrothecioides* Lindfors，然 Drechsler 氏則認其爲 *H.sativum* 之同種異名 (13) 。

最初認爲 *H. sativum* 爲 *H. sorokinianvm* 之異名者爲， Moranshkinski 氏 (1924) 。Luttrell 氏 (1955) (21) 檢定 *H. sorokinianum* 之 Saccardo type specimen 及 *H. sativum* 之後，亦認爲 *H. sativum* 爲 *H. sorokinianum* 之異名。惟 Sprague (1950) 及 Dickson 氏 (1956) (27) (11) 均表反對，氏等所持之理由有二；一，*H. sativum* 之沿用已久，且成習慣，二， Ussurian specimen 其形態之變化無定等。

本菌之子囊殼時代係由伊藤及栗林兩氏(18) (33) 發現於人工培養基上，至 1951 年 Tinline 氏亦配以倆對立之菌系 (Compatible line) 而得子囊殼時代。

(一) 病原菌之形態

取病株下部之病葉或置新鮮之病葉於濕室 (damp chamber) 內經過一夜，即見形成大量之分生子梗及分生胞子。筆者於自然發病葉及人工培養基上均未發現子囊殼時代，因此僅就無性時代觀察所得分別報告如後：

分生胞子之形態及大小，受環境因子之影響至大 (12) (34)，本報告，僅就農院一號之病葉上自然形成之病菌加以觀察之。

分生子梗 (Conidiophores)

分生子梗多形成於較大型之病斑，或枯死之病葉上。由氣孔或氣孔以外之表皮細胞壁間伸出。通常爲單生，或二三支叢生，三支以上者並不多見，(如圖版二，C) 。爲圓柱狀，基部細胞稍膨大，其直徑爲 10—12μ，其餘部份之直徑平均爲 8.06μ，長度 32μ—172μ，平均爲 93.6±27μ，暗橄欖色，基部顏色較濃，頂端較淡，具 1—6 個隔膜，平均爲 2.9±0.92。Conidial scar 顯明，且此處呈顯著之彎曲。

分生胞子 (Conidia)

分生胞子爲帶綠黃褐色乃至淡橄欖色，長橢圓形，長卵形或倒棍棒狀，通常距基部三分之一處最寬，愈近兩端愈尖細，兩端圓頭，稍彎曲，或直形 (如圖版二，B.) ，膜厚。518 個胞子之平均大小爲長度 99.4±22.4μ，寬 17.7±1.95μ，隔膜 8.53±1.87 個，隔膜處並無向內溢縮現象。胞子之基端各具小型臍 (hilum) 一。

分生胞子之大小及顏色，形狀等，因系統或其形成環境之不同變異甚大，玆將就觀察所得列表如下：

表二：寄主葉片上自然形成之分生胞子之大小

Table 2. Conidia size of *H. sativum* produced on naturally infected leaves of barley variety "Agricultural College No. 1"

																	No. of spore measured 胞子總數	Mode 中數	Average 平均值	Standard deviation 標準偏差
Length of spore 胞子長度	Distribution in Classes (μ) 組值	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	135	145	155				
	Frequency 頻度	1	3	6	14	5	15	38	67	80	134	68	58	20	8	1	518	105	99.4	±22.4
Width of spore 胞子寬度	Distribution in Classes (μ) 組值	8.5	10.5	12.5	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5											
	Frequency 頻度	1	1	10	18	249	121	117	1								518	16.5	17.7	±1.95
Septation of spore 胞子之隔膜	Distribution in Classes 組值	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5						
	Frequency 頻度	3	7	8	16	15	28	57	65	129	64	20	5	1			518	8.5	8.53	±1.87

表三：H.sativum 之胞子大小比較

Table 3. Comparison in size and septation of conidia of *H. sativum* measured by the writer with other investigators'

測定者 Investigators	測定數 Numbers of Conidia measured	長度 Length (μ)			寬度 Width (μ)			隔膜數 No. of Septa		
		Min.	Max.	Av.	Min.	Max.	Av.	Min.	Max.	Av.
P. K. B.	—	105	150	—	15	20	—	8	15	—
Sawada	—	52	120	—	16	21	—	4	9	—
Nishikado	600	30	105	66.56	10.2	23.0	16.66	3	11	6.66
著者	518	20	144	99.4	8	23.2	17.7	1	13	8.53

(二)病菌之生理性質

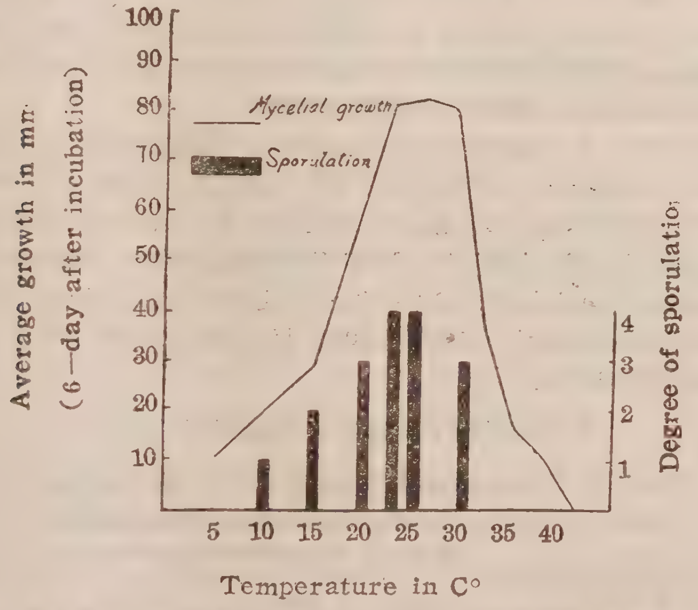
I. 不同溫度對大麥斑點病菌之生長及胞子形成之影響

溫度爲影響菌類生活機能上最重要因子之一。溫度對菌絲之生長量，胞子形成，甚至菌絲或胞子形態上之影響等，已見諸報告。在多數植物病原菌類中，溫度之高低亦常影響其病原性之強弱。

為明瞭大麥斑點病菌，在不同溫度下之菌絲生長情形及胞子形成之多寡，乃將病原菌培養於馬鈴薯瓊脂平板上。接種源取於馬鈴薯瓊脂平板上生長四天(於 26°C)之菌落邊緣菌絲塊 3mm^2，移置於瓊脂平板上。每一溫度置五皿，分置於 5°C，10°C，15°C，20° C，23°C，26°C，29°C,32° C，35° C，38°C，及 41°C，等十一級恒溫定溫箱中，並各重複試驗二次。培養六日後測量菌落之兩直交直徑，求其平均值。另以顯微鏡檢視菌落表面，以觀察胞子形成之密度， 各以 0，1，2，3 及 4 分別表示胞子「無形成 (fail)」，「少 (few)」，「稍多 (good)」「多 (much)」及極多 (very much)」等。其結果如圖一所示。

圖一：不同溫度對大麥斑點病菌菌絲生長及胞子形成之影響

Fig.1, Effect of various temperatures on mycelial growth and sporulaton of *H. sativum*.



由上圖觀之，單就菌落之生長而言， 以 23°C—29°C 為其最適宜溫度。培養六日後之菌落直徑平均值以 26°C 者最大，達 82mm，23°C 者次之，為 81.1mm.，再次為 29°C 者，其菌落直徑為 80 mm。5°C. 時仍見菌絲伸長，其大小亦達 10.6mm.，故依上圖推測，本菌生長之最低限，當在 5°C 以下。於 41°C 之高溫，亦見菌絲伸長，惟生長極微弱，故知，本菌之生長最高溫約在 41°C 左右。

就胞子之形成情形而言，乃以 23°C 及 26°C 為其最適宜溫度， 該兩溫度下胞子之形成密度最高均為四級。因此如菌落之擴展及胞子之形成同時考慮時，應以 23—26°C 為本菌之生長最適溫度。

II. 溫度對胞子發芽之影響

本項試驗所用之分生胞子，係取自馬鈴薯瓊脂培養基上培養四星期者。試驗方法係於培養皿底蓋放置鑽孔 (孔之直徑約 20mm. 使能套置玻璃環)之濾紙各一，每皿復置玻璃環四，各配蓋玻片一,經乾熱殺菌後，將無菌水傾注於該濾紙上做成濕室 (damp chamber)，每一蓋玻片上，滴置胞子懸垂液一，而後置於十一級不同溫度下培養二十二小時，以觀察溫度對胞子發芽之影響。屆二十二小時後，將 damp chamber 取出，傾注福爾馬林液少許， 以阻止胞子之繼續發芽並即以低倍顯微鏡逐一檢查胞子之發芽數及比較發芽管之長度結果如表四：

表四：溫度對胞子發芽之影響

Table 4, Effect of temperatures on the germination of conidia of *H. sativum*

溫度 (C°) Temperatare in C	5	10	15	20	23	26	29	32	35	38	41
發芽率 (%) Percentage of germination	0	52.1	79.4	86	80.1	80.7	76.4	71.4	56.6	48.2	32.2
備註 Remarks										發芽管短	發芽管短

由上表之結果知，本菌之發芽最適溫度大致在 20°C—26°C 之間。5°C 者未見胞子發芽，由此推測，胞子發芽之最低溫度應在 5°C—10°C 之間。本菌胞子在 38°C 及 41°C 等溫度下發芽率亦相當高，41°C 者其發芽率竟達 32% 左右，惟在此等溫度下發芽者，其發芽管較短。

綜合以上之試驗知，菌絲生長與胞子形成之最適溫度，正落於胞子發芽適宜溫度圈內。

Ⅲ. 分生胞子之致死溫度 (thermal death time)

菌類胞子之致死溫度，乃受種種條件之支配，諸如胞子之成熟度，使用液體之種類及胞子懸垂液之濃度等等，其中以曝露時間之久暫爲最重要之因子。爲測定本菌分生胞子之致死溫度，乃取於 23—26°C 溫度下培養於馬鈴薯瓊脂培養基上四星期之分生胞子，以離心器濃縮爲胞子濃厚液。另以 Water bath 調節 50, 52, 54, 56, 58, 及 60°C 等六種不同水溫，將盛無菌水各 1 ml. 之試管二支插入 Water bath 之水槽內，以其中之一爲測定試管內水溫之用，另一即俟水溫昇至所需溫度時，注入胞子濃厚液 0.1ml.，各曝露 5,10,及 15 分鐘，依胞子發芽試驗法，測定分生胞子之死活情形，試驗結果如表五。

表五：分生胞子之致死溫度與曝露時間之關係

Table 5, The thermal death time of the fungus

水溫 Temperatures of Water	曝露時間 Periods of exposure		
	5 min.	10min.	15min.
50°C	+	+	+
52	+	±	±
54	—	—	—
56	—	—	—
58	—	—	—
60	—	—	—

由上表之結果知 *H. sativum* 之分生胞子於 54°C 之溫度中曝露 5 分鐘後即喪失其生活力。

Ⅳ. 不同培養基對大麥斑點病菌之生長及胞子形成之影響

爲明瞭本病菌在不同培養基上之發育及胞子形成之情形，乃採用下列八種不同培養基。每一培養皿 (內徑 85mm) 倒入培養基 20ml.，作成瓊脂平板 (Agar plate)，每一平板中央移置 3mm². 之接種源一塊 (取自培養於 P. S. A. 26°C 四天之菌落邊緣部份)。而後移置於 26°C 之恒溫箱內，同種培養共用五皿，重複試驗兩次。培養六天後測量菌落直徑，並以顯微鏡逐一檢查胞子之形成密度，其結果如圖二：

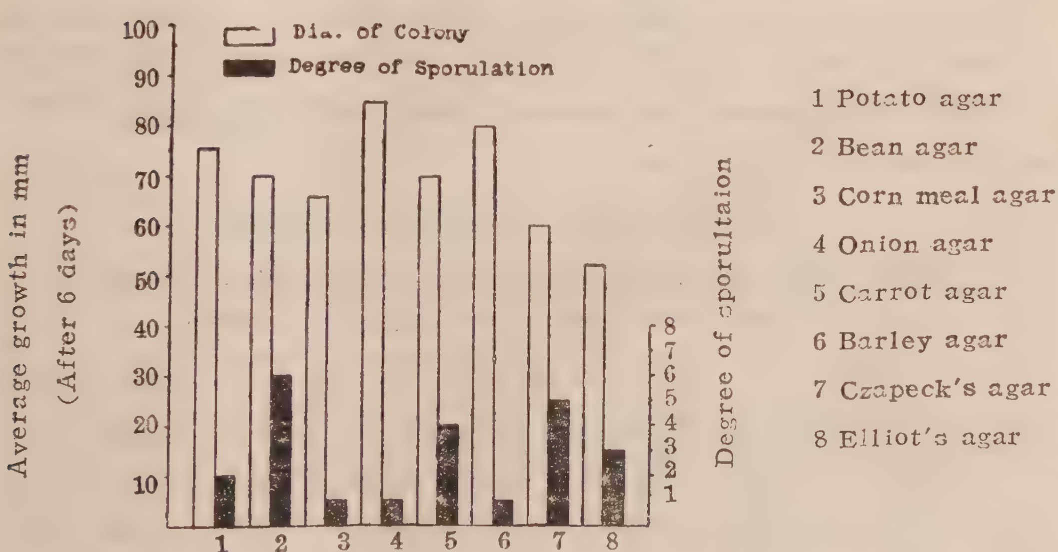
表六：八種培養基及其成分表

Talbe 6. Designation of eight different culture media and their constituent.

名稱 Designation	成分 Constituent
Potato-sucrose agar	Potato(20%), Sucrose(2%), agar(1.7%) Distilled water 1000cc
Bean agar	Bean pod (20%), Sucrose(2%), agar(1.7%), Distilled water 1000c.c.
Corn-meal agar	Yellow corn meal (2%), sucrose(2%), agar(1.7%), Distilled water 1000c.c.
Onion agar	Onion(20%), sucrose (2%), agar(1.7%), Distilled water 1000c.c.
Barley decoction agar	Decoction of leaf and culm of barley(20%) Sucrose(2%) agar(1.7%) Distilled water 1000c.c.
Carrot agar	Carrot(20%), sucrose(2%), agar(1.7%) Distilled water 1000c.c.
Czapeck' s agar	Czapeck' s nitrate solution added agar (1.7%) and sucrose(2%)
Elliot' s agar	potassium monobasic phosphate 1.36g, Sodium carbonate 1.06g, Magnesium sulphate 5.00g, Asparagin 1.00 g, sucrose(2%) Agar(1.7%), Distilled water 1000c.c.

圖二：不同培養基對大麥斑點病菌之生長及胞子形成之影響

Fig. 2. Relation between the mycelial growth and sporuletion of *H. sativum* on various kinds of agar media.



由圖二觀之，在八種不同培養基中以 Bean agar 上形成之胞子最多，次爲 Czapeck 's agar。再次爲 Carrot agar。就菌落之擴展速度而言，以 Onion agar 爲最速，次爲 Barley decoction agar，再次爲 Potato sucrose agr。一般說來，菌絲生長未能與胞子形成量相一致，而有相反之傾向。

五、種子處理試驗

種子傳染乃本病之主要傳播方法。曾就本院育成之優良品種，農院一，二，三及四號之種粒檢查結果，發現其發病率竟達百分之一百。因此，以種子處理法減少本病之傳播源，乃不失爲一防治上之良策。

I. 浸水種子處理法 (Water-soak seed treatment) 對本病之防治效果

以清水或蒸餾水直接浸漬種子，以防治種子傳染性病害者，乃種子處理之新方法。Tyner 氏 (1952) (32) 曾以罹散黑穗病嚴重之大麥種子浸漬於清水中，在室溫下維持 64 小時而得非常滿意之防治效果。Arny 及 Leben 兩氏 (1954)(2) 首將 Tyner 氏之水浸法應用於大麥斑點病之防治，氏等將罹病種子浸漬於 22—24°C 之蒸餾水中 56 小時後發現其防病效果大約與用 Ceresan M處理所得效果相等。惟氏等指出，浸水種子處理稍能減低大麥種子之發芽。1956 年 Leben 氏 (3) 等復報告，浸水種子處理法，對大麥及燕麥之幼苗枯萎病 (Seedling blight)，確具顯著之防病效果。同年 Leben, Scott 及 Arny (10) 三氏認爲，浸水種子處理法之治病效果爲 Formic acid, Acetic acid, Butric acid 及 Succinic acid 等有機酸類之作用所致，而此等酸類乃存在於種子表面之嫌氣性細菌之特殊醱酵作用之生產物。Ivanoff 氏 (1958) 指出靜水之浸種效果較之流水爲佳 (19)。Chinn 及 Russell 氏 (1958) 報告，浸水中加食鹽 1—2% 可以減少因浸種而引起之損害 (Water-soak injury) (5)

爲究明浸種之水溫及浸水時間之不同對發芽及本病防治效果之影響，以及大麥品種間對浸水處理之感應情形，乃選用農院一號，二號，三號及四號等四個品種，浸漬於 20°C, 26°C, 32°C 及 35°C，等四種不同冷水內，各浸漬 24, 48 及 72 小時後直接播種於細砂上或經 2.5% Sodium hypochlorite 表面消毒後，培養於馬鈴薯瓊脂平板上，分別測定種子之發芽，發病率及觀察麥粒上微生物相 (microflora) 之變異情形。

於四十八年元月十一日播種，至十四日開始發芽，元月廿九日，以流水冲洗細砂，而後檢查發芽及發病數。當試驗進行中，氣溫之變化爲 8°C—37°C 。發病程度之計算，係依罹病之輕重分爲重 (heavy)，中 (moderate) 及輕 (slight) 等三級而依，公式 $\frac{H\times3+M\times2+L\times1}{\text{幼苗總數}\times3}\times100$ 計算各區之罹病程度。其結果如表七，圖三及表八。

表七：浸水種子處理時間及水溫對於大麥種子發芽之影響

Table 7. Effect of water temperatures and periods of treatment to the seed germination of four barley varieties.

品種 / 浸水時間 / 水溫°C	農院一號 24小時 hrs	農院一號 48小時 hrs	農院一號 72小時 hrs	農院二號 24hrs	農院二號 48hrs	農院二號 72hrs
20	96.1	75.4	86.2	103.1	88.9	92.4
26	96.9	79.7	57.2	103.1	90.1	63.9
32	76.9	7.7	3.8	94.3	2.7	1.7
35	3.2	0	0	0	0	0

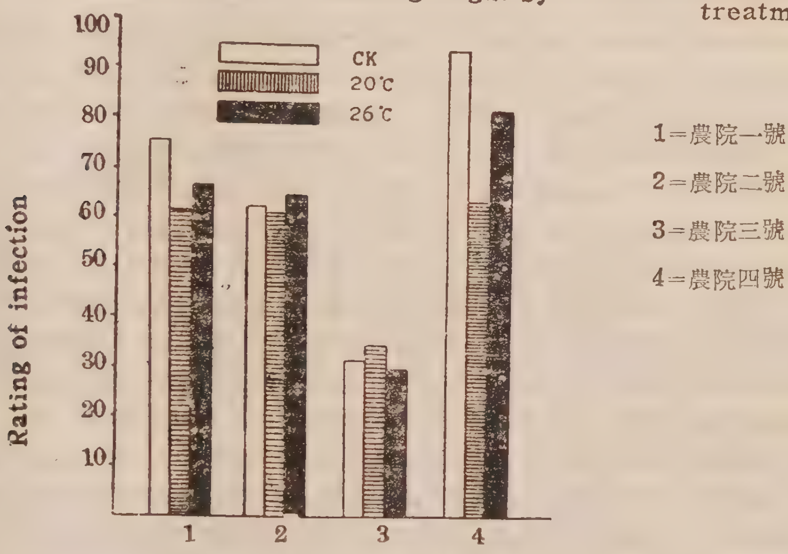
接下表

接上表

農院三號 24hrs	農院三號 48hrs	農院三號 72hrs	農院四號 24hrs	農院四號 48hrs	農院四號 72hrs	備考
108.1	99	99	85.1	83.3	37.9	表內所列數字爲發芽指數，係依下列公式求算：發芽指數 = 處理區發芽數 / 無處理對照區發芽數 ×100
67.5	58.2	14.6	63.3	51.8	17.8	
86.0	4.6	0	20	29.6	8	
0	0	0	3.7	3.5	0	

圖三：浸水種子處理法對大麥幼苗枯萎病之防治效果

Fig 3, The control effect of Seedling blight by the water-soak seed treatment



表八：浸種處理後麥粒菌相之變異

Table 8: Organisms grew from non-treated and water-soaked barley seeds that were surface sterilized and plated on P. S. A*3

浸漬種時間 / 水溫 / 菌類之種類	24hrs 20°C	24hrs 26°C	24hrs 32°C	24hrs 35°C	48hrs 20°C	48hrs 26°C	48hrs 32°C	48hrs 35°C	72hrs 20°C	72hrs 26°C	72hrs 32°C	72hrs 35°C	Non-treated
Alternaria spp.	1*1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Fusarium spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Helminthosporium spp.	42	40	17	—	33	11	3	—	30	7	7	—	31
Storage molds*2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
Bacteria	18	72	72	72	54	72	69	72	54	72	72	72	36
Unidentefied fungi	2	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2

*1表中數字爲菌落數目。

*2包括 Aspergillus spp. Penicillium spp，等

*3每一處理各分離 72 粒麥種

由表七知大麥種子之發芽率，經浸水處理後，除農院二號之於 20°C 及 26°C 浸種 24 小時及農院三號之於 20°C 浸漬 24 小時者略呈稍優外，其餘均見降低。水溫愈高，浸種時間愈長發芽率愈低。此與 Russell 及 Tyner 氏 (1954) 所得結果完全相同 (25)。

又自表八得知浸種水溫愈高，由種子上分離所得之 *Helminthosporium* 菌愈少但細菌反而增加，就無處理對照區之菌相觀之，*Helminthosporium* 菌之數目似嫌過少，如與表一比較，*Helminthosporium* 菌之 population 似應更高，此或是因 Sodium hypochlorite 之表面消毒，而將部份附着於種子表面之病菌胞子殺死使之。

圖三顯示，在不嚴重損失種子發芽率之範圍內施予浸水處理，當能減低病株數目，但就本省產種子而言，因其罹病率過高，故依此法處理種子，收效仍嫌過微。

Ⅱ. 冷水溫湯浸種試驗

冷水浸種處理 (water-soak seed treatment) 對大麥幼苗枯萎病 (seedling blight) 之防治效果已見諸 Tyner 及 Leben 等之報告，筆者之試驗結果亦證實稍有效果。惟尚難令人滿意。因此，如能先以冷水浸種，減低種子上之病菌密度及打破潛伏於寄主組織內部病菌之休眠狀態，再於不損失種子發芽之原則下，以高溫處理使之殺死，便可收防治之相乘效果。

冷水溫湯浸種法經 Jensen 氏創用至今已有七十餘年之歷史，習慣上乃多應用於麥類散黑穗病之防治。本試驗之重點擬於延長預浸 (冷水浸種) 之時間冀能達到冷水浸種法 (Water-soak method) 之 56 小時之標準 (2)。惟種子胚胎之發育既受浸水時間及水溫之影響，而胚胎對高溫 (濕熱) 之感受性，當與預浸 (冷水浸漬) 時之水溫及時間之長短具有密切關係，因此本試驗乃以 20°C 之冷水爲預浸用水，用水量爲種子重量之十倍 (200g : 2000c.c.)，預浸時間，分 3 小時及 24 小時兩種。種子預浸後先移入 50°C 之溫水內先浸二分鐘，稍提高種子之溫度，以免影響浸水之正確溫度而降低其效果。熱水之溫度，係以 Water bath 調節爲 52°C, 54°C, 56°C 及 58°C 等四種，每級溫度各浸漬 5,10 及 20 分鐘，使用之大麥種子爲農院一號。種子經處理後，即取出攤散使之冷却，於一月廿日播種，每盆 20 粒，重複兩次，而後置於溫室內，如此至一月卅一日調查發芽及發病情形，試驗進行中氣溫之變化爲 8°C—37°C。觀察之結果如第九表，因預浸 24 小時後施予溫湯處理者發芽極劣，殆無應用價值，故未列入本表內比較。

表九，冷水溫湯處理對大麥種子發芽及防治幼苗枯萎病之效果

Table 9. Effects of cold-hot water treatment on the germination of seeds and seedlings blight control of barley

水溫 / 浸漬時間 / 觀察項目	52°C			54°C			56°C			58°C			ck	ck
	5 min.	10 min.	20 min.	5	10	20	5	10	20	5	10	20	3	24
發芽率%	55	80	55	62.5	85.7	22.2	57.5	25	0	27.5	0	0	47.5	35
發病率%	4.5	1.5	1.1	2.4	0	0	0.4	0.2	0	0.1	0	0	100	100
發芽情形	發芽不齊	同左	同左	齊優	同左	不齊	較齊							

由表九之結果觀之，以預浸三小時後施予 54°C，10 分鐘之溫湯處理者效果最優，種子發芽整齊，且殆無發病者。預浸24小時後，加以溫湯處理者，發芽受損頗烈，殆無應用價值。

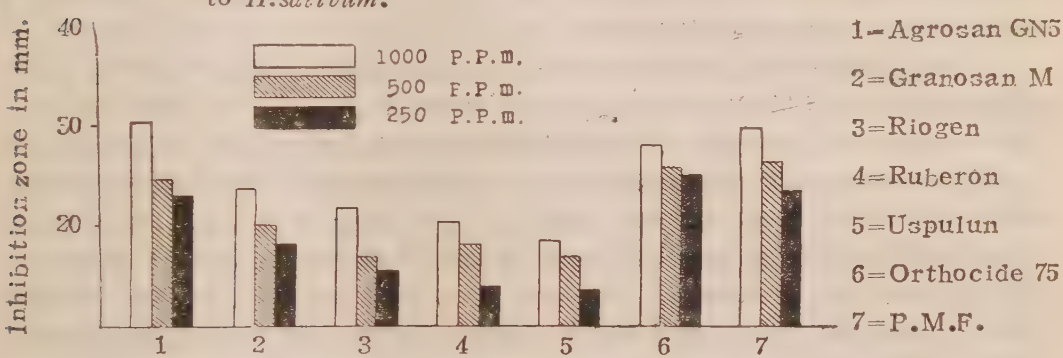
Ⅲ. 種子殺菌劑對大麥斑點病菌之殺菌效果

本試驗係依濾紙圓盤法 (Paper disc method) (35)，比較若干種子殺菌劑對本病菌之抑制效果，冀有助於本病之防除。病菌胞子係取自於菜豆培養基 (菜豆莢 200g，蔗糖 20g，瓊脂17g，蒸餾水1000c.c) 在26°C恒溫箱中培養兩星期者，並以無菌水作成胞子懸垂液備用。又取馬鈴薯

瓊脂培養基 20ml。傾注於滅菌培養皿內（內徑 85mm.）以爲基層 (base layer)，另取同一培養基 5ml，俟冷却至 40°C 左右時，以滅菌吸管注入上述之胞子懸垂液 0.2cc，充分混拌後，即傾注於備有基層 (base layer) 之培養皿內，此層即稱爲種層 (seeding layer)。以濾紙剪成之小紙盤（直徑 1cm）經乾熱滅菌後，浸漬於各種濃度之藥液內，晾乾後移置於種層之中央，而後將該培養皿置於 24°C 恒溫箱中，培養兩日後，測量小紙盤與菌落間發生之抗拒距離 (inhibition zone)，每盤量取兩交叉直徑，求其平均值，以此比較制菌力之大小，供試藥劑計有 Agrosan GN 5, Granosan M, Riogen, Ruberon (tablet), Uspulun, Orthocide 75, 及 P.M.F. 等七種，使用濃度均按其製品稀釋爲 1000,500 及 250ppm 三種，其結果如圖四。

圖四：七種種子殺菌劑對 *H. sativum* 制菌力之比較

Fig. Comparison of fungicidal effect of seven seed protectants to *H.sativum*.



就圖四觀之，在參加試驗之七種藥劑中，以 Agrosan GN-5, Orthocide 75 及 P.M.F. 三種藥劑效果最優，其 1000p.p.m. 之抗菌距離分別爲 30.3mm, 28mm, 及 29.7 mm。次爲 Granosan M 爲 23.7mm., Uspulun 最差僅爲 18.5mm。

六、討論及結論

侵害大麥之 *Helminthosporium* 菌主要者有三 (11) (12)：即由 *H.teres* Sacc. 引起之網斑病 (Net blotch)，*H. gramineum* Raph. 引起之條斑病 (Stripe disease) 及由 *H. sativum* 引起之斑點病 (Spot blotch)是。此三種病害各於其寄主上呈特異之病徵：條斑病乃於葉片及葉鞘上形成黃色或褐色之細長斑點，且由多數斑點融合而形成平行縱走之條斑，該條斑多與葉片同長甚或擴及葉鞘，病葉多因斑病縱裂而呈碎裂狀。

網斑病及斑點病均於葉片上形成斑點。網斑病之病斑爲黃褐色，不定形，散生於葉面，逆光透視之，可見病斑呈特殊之網紋狀。斑點病(Spot blotch) 之病徵雖與網斑病相近，惟其病斑爲紅褐色或暗褐色，病斑之長度亦較寬度爲大，且於同一葉片形成病斑較多時，即略成條狀排列。

據 Dosdall 氏(12)之比較研究結果云，此三種病菌，於馬鈴薯培養基上之培養性質，亦各具特徵。

H. gramineum 生長緩慢，形成蓬亂狀之氣生菌絲，不易形成胞子，分泌紅色或紫色色素。

H. teres 之生長亦較慢，菌落之反面呈綠色，能形成圓筒形薄膜之分生胞子，惟其形成量不多。

H. sativum 即具較特殊之性質，菌絲生長迅速，且於培養基上盛產分生胞子。菌落之

顏色爲黑綠色，因其盛產胞子故菌落表面乃呈黑絨狀。

據於上列之特徵及由筆者觀測之病菌形狀及大小亦與 Pammel, King 及 Bakke 氏，Nishikado 氏 及 Sawada 氏所記載者相近（表三），再以發病部位及其病徵復與 Stakman (28)，Stevens (29) Dosdall (12) 及 Dickson (11) 諸氏者相符合。因此筆者認爲發生於本省釀酒用大麥上之 *Helminthosporium* 病 (Helminthosporosis) 爲斑點病 *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayshi) Drechsler 或 *Helmimhosporium sativum* P.K.&B.)。

大麥斑點病，在本省極爲猖獗。觀諸本院 53/54 年期之品種觀察試驗 (37)124 個品種中，發現罹病嚴重者有 47 種，病重者 49 種，稍輕者 20 種，輕微者僅有東 40 號及東 42 號兩種之發病記錄，其發生之烈，除麥類銹病尚可並論外，殊難發現他例，故以「已造成推擴上之重要障碍」言之尚非過論。反觀日本，其大麥栽培亦屬秋播，條斑病雖爲其重要病害，但斑點病尚少發現。本病除美國及加拿大兩地，有嚴重發生之報告外，歐洲各地雖亦見分佈，但均屬輕微。故本病在本省造成猖獗之原因似與地理環境具有密切關係。

就筆者之試驗結果知本菌菌絲之生長，胞子之形成及發芽之最適宜溫度爲 20—26°C 之間，單就菌絲之生長而言，以 26°C 爲最適宜溫度，此與 Dosdall 及 Andersen (12)(1) 所得結果大體相同。就本菌而言，其生長適溫，亦即發病之最適溫度 (4)（僅指斑點病，並未包含根腐及幼苗枯萎在內）。Dosdall(12) 氏報告之菌絲侵入子鞘 (Coleoptile) 及葉片組織之溫度爲 12—24°C，而以20—30°C 爲病菌侵入及發病之最盛溫度。Andersen (1) 就小麥之 Head blight 與溫度之關係試驗報告指出，發病之最適溫度爲 25—30°C。Mitra (23) 亦認爲溫度昇至 20—30°C 時發病達到最高峯。Clark 及 Dickson 氏亦云 28°C 時斑點病之發生最烈，24—28°C 病斑之擴展最速，20°C 稍慢，16°C 更慢。並認爲根腐 (root rot) 及幼苗枯萎 (seedling blight) 之發生受溫度之影響較小，Mead (22) 氏亦得同樣結果。

然考諸本省大麥之栽培，乃以春播性之種子作秋播栽培，多於十一月上旬播種，而於次年之二，三月收穫。生長後期氣溫趨高，而接近於發病最盛溫度圈(38)。

本省產大麥種子之感染黑粒病(Black point) 者頗爲嚴重，幾達 100%，且爲第一次發病之主要發病源，故以種子處理法減少其傳播之機會爲必不可少之防除手段。

Tyner, Leben 及 Arny 氏曾以 Water-soak seed treament 防治散黑穗病及若干穀類作物之幼苗枯萎病而得滿意之結果。惟筆者以罹病麥粒所得結果，乃難令人滿意，因浸種時間愈長，水溫愈高，均有損其發芽率，嚴重者殆不發芽，又於浸種進行中常發出難聞之臭味。Chinn 及 Russell (5) 氏雖以食鹽加入水中以控制 Soaking injury 之發生。但本試驗因防治 Seedling blight 之效果欠佳，故似無應用價值。

冷水溫浸法對大麥斑點病罹病種子之處理方法與效果雖尚待研討者仍多，但依筆者初步試驗結果，以預浸 3 小時（水溫 20°C）後，於 54°C 之溫湯浸種 10 分鐘者效果最佳，惟以調節溫度要求之精度頗高，如稍有差錯即易損害種子之發芽率，因此在使用上殊感不便。

於初步比較試驗中，得知 Agrosan GN 5, Orthocide 75 seed protectant 及 P.M.F. 三種藥劑對 *H. sativum* 之制菌效果最佳。

七、摘　　要

就本省大麥成株上發生之斑點性病害之病徵及病原菌加以鑑定結果，知其爲 *Helminthosporium sativum* Pammel, King 及 Bakke 引起之斑點病。*H. sativum* 除侵害成株葉部外，尚能於稈節及麥粒發病。又於幼苗期侵害寄主之根部及幼鞘(Coleoptile)而引起根腐病及幼苗枯萎病(Seedling blight)。

麥粒被害後，多於近胚端處產生暗褐色或黑色病斑，而形成黑粒現象。幼苗期被害者，先於幼鞘產生暗色小斑點，由此處向上下擴展而擴及葉片及根部。葉片上之病斑形成於近葉片基部處者爲多，呈暗色不定形或小型斑點。根部被害者，根系褐變後腐爛而脫落，幼苗生長因而受阻，甚至夭拆。成株葉片上之病斑爲圓筒形或長橢圓形，大小爲 5—10mm×2—5mm 左右，病斑中央着色最濃多爲黑褐色，周圍較淡而模糊，發病激烈時，葉鞘上亦能形成長圓筒形之病斑，於近地面之下部葉鞘較多。節部被害後，病節變黑而向一方曲拆。

大麥斑點病菌之有性時代爲 *Cochliobolus sativus* (Ito et Kuribayashi) Drechsler，無性世代爲 *H. sativum* Pammel, King & Bakke，惟在本省尚未發現有性時代之形成。就 518 個分生胞子測定之結果爲胞子長度 20—144μ，平均 99.4±22.4μ，寬 8.0—23.2μ，平均 17.7±1.95μ隔膜 1—13 個，平均 8.53±1.87 個。分生子梗之長度爲 52—172μ，平均爲 93.6±27μ，寬爲 8—10μ，平均 8.06μ，基部細胞膨大，直徑爲 10—12μ，具 1—6 個隔膜，平均爲 2.9±0.92 個。

23—26°C 爲病菌生長，胞子形成及胞子發芽之最適溫度。5°C 時菌絲仍能生長，41°C 附近爲菌絲生長之最高溫度。分生胞子之致死溫度爲 54°C 5 分鐘。在馬鈴薯，菜豆，玉米粉，洋葱，紅蘿蔔，大麥稈葉煎汁，Czapeck 及 Elliot 等八種瓊脂培養基中，以菜豆瓊脂培養基者，胞子形成最多，次爲 Czapeck's agar，而以洋葱瓊脂培養基及玉米粉瓊脂培養基爲最劣。就菌絲之生長情形而言，以洋葱瓊脂培養基爲最佳，大麥稈葉煎汁瓊脂培養基次之，而以 Elliot's agar 爲最劣。

浸水種子處理 (water soak seed treatment)，對本病之防治效果不佳，浸種過長及水溫過高均有損種子之發芽。

冷水溫湯浸種，以預浸三小時後施予 54°C，10 分鐘之溫湯處理者防治效果最佳。

就 Agrosan GN 5, Granosan M, Riogen, Ruberon, Uspulun, Orthocide 75, 及 P.M.F. 等七種藥劑比較其對 *H. sativum* 之制菌力之結果，以 Agrosan GN-5, P.M.F. 及 Orthocide 75. 等三種爲最佳，其 1000p.p.m. 之抗拒距離 (inhibition zone) 分別爲 30.5mm, 29.7mm 及 28mm，而以 Uspulun 爲最劣僅爲 18.3mm。

附註：本研究進行中蒙恩師羅淸澤教授賜予指導與斧正，又研究所用大麥種子，承本院農藝系黃天久先生惠給，併此謹致謝忱。

八、引 用 文 獻

1. Andersen, A. L. 1952 Development of wheat head blight incited by *Helminthosporium sativum*. Phytopath., 42 : 453-456.
2. Arny, D. C. and Curt Lebea. 1954 Control of several grain diseases by the water soak method. Phytopath. 44 : 481.
3. ______ and ______ 1956 Control of several small grain diseases by the water soak seed treatment. Phytopath. 46 ; 344.
4. Clark, R.V. and G.J. Dickson 1958 The influence of temperature on disease development in barley infected by *Helminthosporium sativum*. Phytopath 48 : 305-310.
5. Chinn, S. H. F. and R. C. Russell 1958 The control of soaking injury of barley seed. Phytopath. 48 : 553-556.
6. Christensen, J.J. 1922 Studies on the parasitism of *H. sativum*. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 11.

7. ________ 1926 Physiological specialization and parasitism of *H. sativum*. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 37.

8. ________ and Davis, F.R. 1937 Nature of variation in *Helminthosporium sativum*. Mycologia, 29 : 85-99.

9. ________ and C.L. Schneider 1948 The effect of repeated passage *Helminthosporium sativum* through the host on genetic variation and pathogenicity Phytopath. 38 : 5.

10. Curt Leben, R. W. Scott and D. C. Arny 1956 On the nature of the mechanism of the water-soak method for controlling diseases incited by certain seed-borne pathogens, Phytopath. 46 : 273.

11. Dickson, J. G. 1956 Diseases of field crops p.47, McGrow-Hill. Pub.

12. Dosdall, L. 1923 Factors influencing the pathogenicity of *H. sativum* Minn. Agr Exp. Sta. Tech. Bull. 17.

13. Drechsler, C. 1923 Some graminicolus species of *Helminthosporium* I. Journ. Agri Res., 24 ; 641-739.

14. ________ 1934 Phytopathological and taxonomic aspects of Ophiobolus, Pyrenophora, Helminthosporium, and a new genus, Cochliobolus, Phytopath. 24 : 953-983.

15. Evans, N. S. 1922 Black point of wheat Phytopath. 12 : 34.

16. Hamblin, C. O. 1922 Foot rot of wheat caused by the fungus Helminthosporium (Abs.) (R.A.M.1 ; 340)

17. Hanson, E. W. and. Christensen J. J. 1953 The black point disease of wheat in the United State. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 206.

18. Ito. S. and K. Kuribayashi 1931 The ascigerous form of some graminicolus species of Helminthosporium in Japan. Jour. Fac. Agri. Hokkaido Imp. Univ., Sapporo 29 : 85-125. (R.A.M.10,514)

19. Ivanoff. S. S. 1958 The water-soak method of plant disease control in relation to microbial activities, oxygen supply, and food availability. Phytopath. 48 : 502-503

20. Keit, G. W. 1915 Simple technique for isolating single spore studies of certain type of fungi, Phytopath., 5 : 266-269.

21. Luttrell, E. S. 1955 A taxonomic revision of *Helminthosporium sativum* and related species. Amer. J. Botany 42 : 57-68.

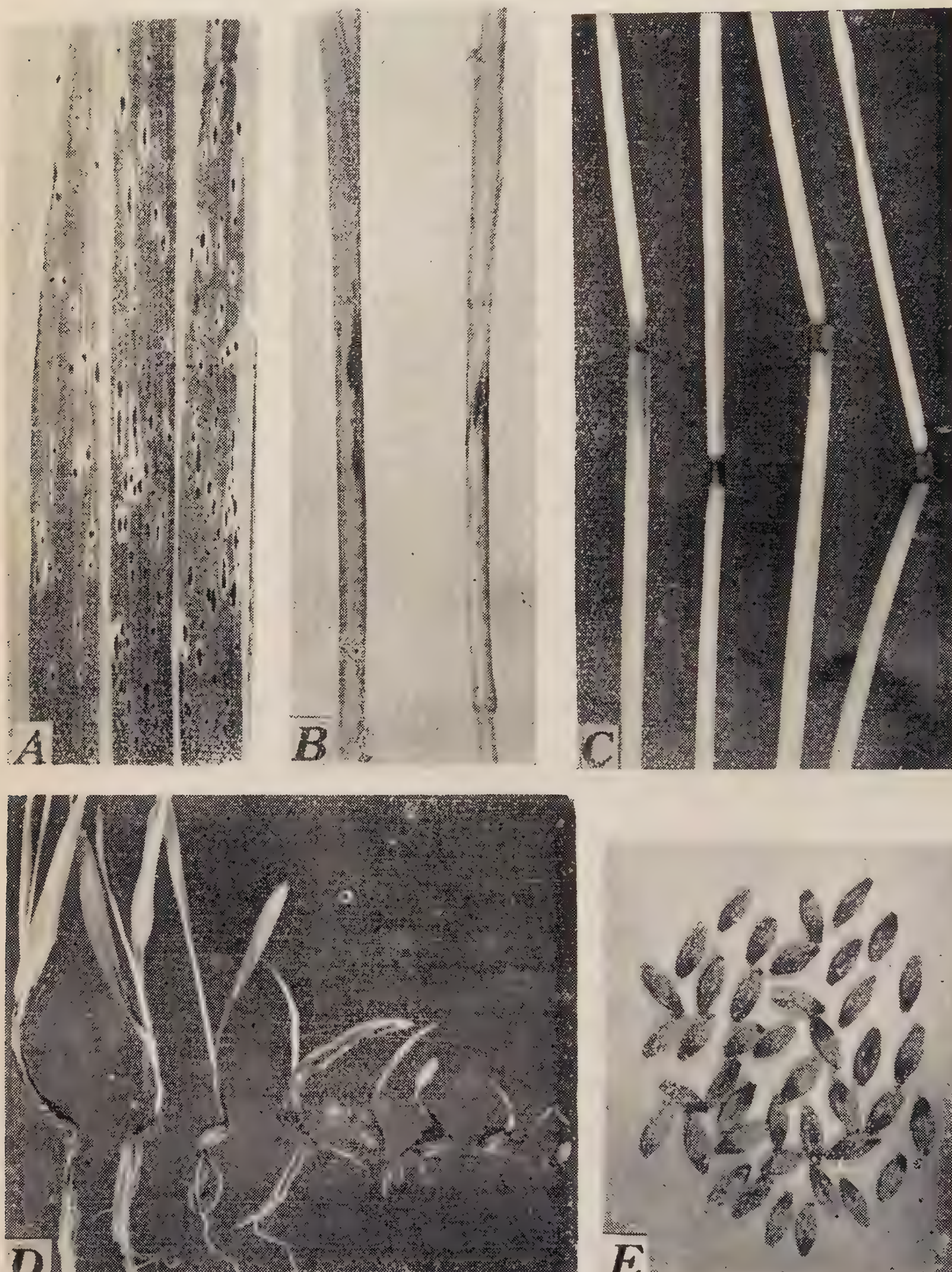
22. Mead, H. W. 1942 Environmental relationships in seed-borne disease of barley caused by *H. sativum* P. K. and B. Can. J. Res Sect. C. 20 : 525-533.

23. Mitra, M., 1930 A comparative study of species and strains of Helminthosporium on certain Indian cultivated crops. Trans. Brit. Mycol. Soc. 15 : 254-293.

24. Pammel, L. H., C. N. King. and A. L. Bakke 1910 Two barley blights, with comparison of species of *H. sativum* upon cereals. Iowa Sta Bull. 116.

25. Russell, R. C. and L. E. Tyner 1954 The influence of temperature on the time required to control loose smut of barley by means of the Spergon or water soak treatments. Can. J. Agr. Sci. 34 : 533-538.
26. Saccardo 1892 Sylloge fungorum 10 : 615-616.
27. Sprague, R. 1950 Diseases of cereals and grasses in North America. p. 376-381.
28. Stakman, L. 1920 A Helminthosporium disease of wheat and rye. Minn Agr. Exp. sta. Bull. 191.
29. Stevens, F. L. 1921 Helminthosporium and wheat foot rot. phytopath 11 : 37.
30. ＿＿＿＿＿ 1922 The Helminthosporium foot rot of wheat, with special observations on the morphology of Helminthosporium and on the occurrence of saltation in the genus. Illinois Dept. Regis. and Educat., Div. Nat. Hist. Survey, Bull. 14 : 77-185.
31. Tinline, R. D. 1951 Studies on the perfect state of *Helminthosporium sativum* Canad. J. Botany 29 : 467-478
32. Tyner, L. E. 1952 The control of loose smut of barley (Ustilago nuda) by Spergon SL. Phytopath. 42 : 476
33. 栗林數衛 1929 麥斑點病菌の子嚢殻時代，札幌博物學會報 10 : 138-145.
34. 西門義一 1927 日本產禾本科植物の「ヘルミントスポリウム」病に關する研究。大原農業研究所特別報告第四號。
35. 古山清，管原寛夫 1958 新農藥研究一生物學的定量法 P.321-327 南江堂。
36. 澤田兼吉，1919 臺灣產菌類調查報告第一編。
37. 汪呈因，胡兆華，黃天久，1954 大麥品質改良之研究（一）農林學報第三輯，1-18
38. 臺灣省氣象所　　臺中歷年（1897-1952）氣象資料。

第一圖版 plate I



第二圖版　plate　Ⅱ



九、圖 版 說 明

第一圖版 Plate I :

圖 A. 葉部病徵　圖 B. 葉鞘上之病斑　圖 C. 節部病徵　圖 D. 幼苗枯萎病

Fig. A. Local lesions on leaves

Fig. B. Local lesions on leaf-sheath

Fig. C. Symptoms on node

Fig. D. Seedlings of barley badly infected

Fig. E. Black pointed kernels of barley

第二圖版 Plate II :

圖A. 大麥斑點病菌培養於馬鈴薯培養基上於11種溫度，歷六日所形成之菌落。上列自左至右爲 5°C, 10°C, 15°C, 20°C，中列自左至右爲，23°C, 26°C, 29°C, 32°C，下列自左至右爲 35°C, 38°C 及 41°C。

圖B, 本病菌之分生胞子

圖C, 本病菌之分生子梗

Fig. A. Colonies of *H.sativum* formed on P. S. A. after incubation for 6 days under various temperures. Upper row, from left to righ, 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, Medium row from left to right 23°C, 26°C, 29°C, 32°C, Lower row, from left to right 35°C, 38°C, and, 41°C respectively.

Fig B. Conidia of the fungus.

FigC. Conidiophores of the fungus.

STUDIES ON SPOT BLOTCH OF BARLEY

BY

M. S. KUO*

In cultivation of barley in Taiwan, the crop often severely suffers an attack of a disease caused by *Helminthosporium sativum* Pammel, King and Bakke throughout all the crop season. Although the disease is not first reported here by the writer, it has however attracted little attention among plant pathologists in the past, because barley was less important at that time, as it was only used for forage. Nowadays, beer consumption is increasing day by day, so that the need of barley for brewers is also stressed. After some years of experiments in cultivation, the brewers intend to extend somewhat of cultivation of the crop. So at this time, it seems advisable to study the general situation of this disease in Taiwan.

The chief purpose of this paper is to present some observations on symptoms of the disease, morphology and physiology of the causal fungus and preliminary experiments relating to effective measures for seed treatment.

Local lesions of the disease occur on seedlings, plant crowns, culms, leaves, floral structures, and kernels. The dark-brown to black lesions usually occur first on the coleoptile and progress inward. The seedling is killed before emergence or more frequently after emergence. Dark-brown lesions near the soil line soon extend into the leaf blade. Development of infected seedlings is retarded.

The leaf sopt varies in size and shape. The individual lesions are round to oblong with indefinite margins. The color is darker in centr. The spots coalesce to form the blotchs that frequently cover large areas of leaf blade. The fungus sporulation is abundant on the dead tissues.

Lesions on the floral bracts and kernels range from small black spots to dark-brown discoloration of the surface. The characteristic "black point" on blackened embryo end of the kernel is one of the common symptoms on barley in Taiwan. The blackened node-decay is also seen in the severely infected plant.

Only conidial stage *Helminthosporium sativum* P.K. anb B. has been discovered in the field. Conidiophores brown to olivaceous brown, emerging from the stomata or between epidrmal cells after death of the host tissue, singly or fascicles of 2 or 3, 52—172micon X 8-10micron, but 8.06±27 micron in average, up to 8 septate, basal cell,

*The writer wishes to express his appreciation to Prof. T.C.Lo for the many suggestions concerning the work herein reported.

slightly swollen, 10-12 micron in diameter, dark olivaceous, conidial scars conspicuous.

Conidia slightly curved, thick-walled, light yellowish brown or olive brown, 1-to 13-septate (8.53±1.87) , widest slightly below the middle near a point one third from the base, tapering evenly toward each rounded end, or spores irregularly, 20-144 micron long(99.4±22.4 micron), 8-23.2 micron (17.7±1.95 micron) wide.

The greatest sporulation and germination of conidia and mycelium growth occurred 23°-26°C. Growth of mycelium at temperatures from 5°C to 41°C with the most rapid growth of the mycelium occuring at 26°C. The thermal death time of conidia is 5 minutes at 54°C.

Among the eight media tested, the fungus sporulated best on Bean agar and Czapeck' s sucrose agar, only scanty conidia produced on Onion agar and Corn meal agar, while Onion agar is most favorable to mycelium growth of the fungus.

Tyner's soaking method was used for seed treatment. Although, treated seeds in water of 20° and 26° C for 24 hrs. were slightly better in seedling blight control, however soaking injury lowering seed germination, was increased in proportion to prolonged treatment and higher water temperatures. At point of 32°C for 48 hrs., the vitality of seeds tested are almost entirely destroyed.

Nontreated and soaked lots of barley seeds of four varieties were planted on P. S. A. to detect the microflora of those seeds. The seeds were first surface sterilized with a mixture of ethanol and Antiformine (five per cent. sodium hypochlorite) *Helminthosporium spp.* were markedly reduced by water soaking. *Fusarium spp.* and *Alternaria spp* did not appear as much as *Helminthosposium* in both soaked and unsoaked seed lots. The percentage of bacteria increased rather markedly on soaked seeds and in proportion to higher water temperatures and prolonged soaking.

In cold-hot water treatment, seeds pre-soaked in cold water of 20°C for 3 hrs., then treated in hot water of 54°C for 10 minutes showed decrease markedly in seedling blight due to *H. sativum*.

Paper disc method for bioassay of fungicide was used in comparison of fungicidal effect of seven seed disinfectants against to *H. sativum*. Among these, Agrosan GN 5, P. M. F. and Orthocide 75 seed protectants were most effective. The inhibition zones produced by these three fungicides in 1000 P. P. m. were 30.5mm. 29.7mm. and 23mm. respectively. However, Uspulun was less effective, the inhibition zone formed by it was only 18.3mm.

臺灣農村勞動供給曲線之基本形態及其彈性係數

(The Shape of Rural Labor Supply Curve and its Coefficient of Elastisity in Taiwan)

吳　　春　　科

(Prof.Chwen-ko Wu)

農村勞動供給情形，決定農業經營之方式，例如美國農村勞動供給不足，故美國農業經營採取資本集約，即多用機械，少用勞力，而我國及印度，農村勞動過剩，故我國與印度均採取勞動集約之經營；即多用勞力，少用資本及土地，而農村勞動供給曲線之形態及其彈性係數，則決定農業所得之分配性質，勞動之效率及農業經營發展之方向，例如彈性小之農村勞動供給，則勞動報酬中之經濟地租擴大，近於標準彈性之農村勞動供給，國民所得分配最爲公允。而供給彈性大及後彎供給之農村勞動，則勞動報酬低落，形成剝削， 臺灣農村勞動之供給曲線， 可由下列基本數字加以確定。

據農復會委託臺灣大學及臺灣省立農學院等校之調查，臺灣各組農家勞動供給量及勞動報酬之變化約如下表

臺灣農村勞動供給基本情形表

(一)	農家組距	.01～.49甲	.5～.99甲	1～1.99甲	2甲以上
(二)	平均面積	.3533甲	.7689甲	1.4500甲	3.3942甲
(三)	各組勞動供給量（註一）	130.68工	231.85工	357.75工	652.9工
(四)	各組每，甲勞動供給量	38.66工	30.12工	25.46工	16.25工
(五)	經營面積縮小後各組勞動供給增加指數	237.4%	185.3%	156%	100%
(六)	平均每家工人等數	2.2人	2.5人	3.5人	4.7人
(七)	平均每工人等數勞動報酬	307元	486元	647.5元	846.6元
(八)	經營面積縮小後，每工人等數勞動報酬降低指數	36.2%	57.4%	76.6%	100%

材料來源：(1)　農場面積及勞動供給：張德粹臺北地區農業勞動的分析，均以茶區及水稻兩獲區數字平均計算。

(2)　各組工人等數及勞動報酬見 JCRR：Farm Income of Taiwan in 1952

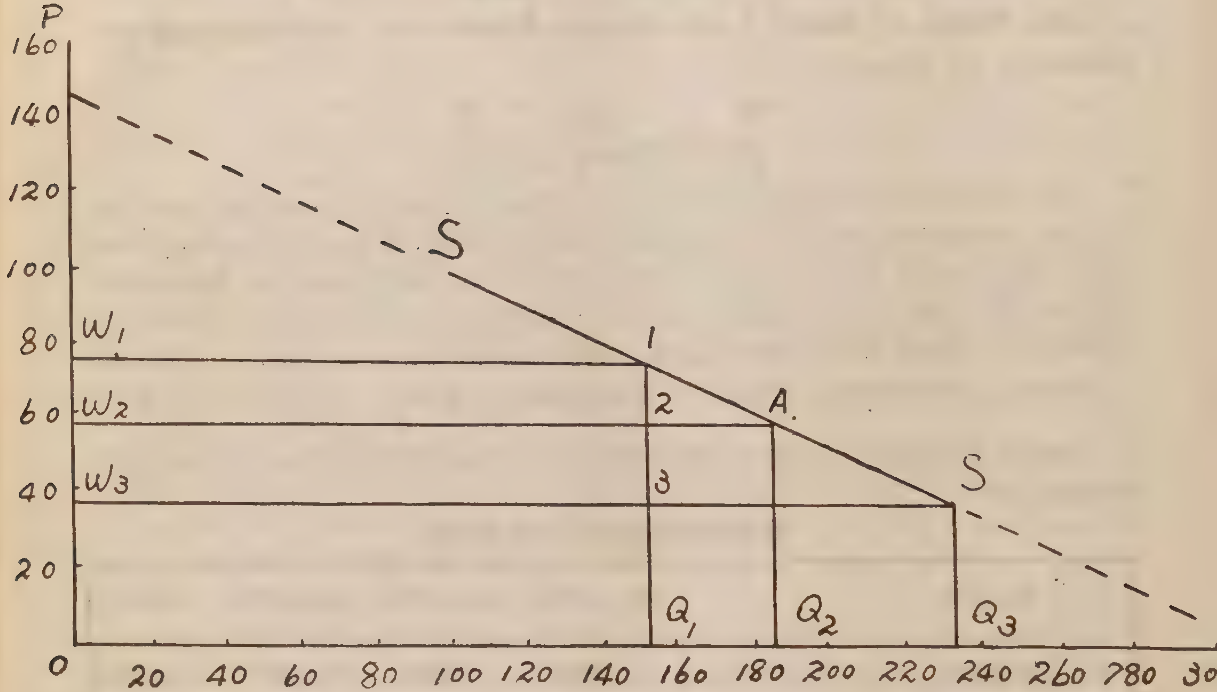
註一、因中南部農村勞動尚無調查數字故暫以北部調查數字代表全省。

註二、農村個別勞動供給爲工資率與供給量所決定，農村勞動總供給則爲對整個農業經營所投之勞動總量（包括主業及副業）及經營實際所得之勞動報酬所決定，在上述時期中，臺灣農村副業無調查數字，故暫以各組農家對主業（即作物）所投全部勞動（包括家工及僱工）作爲其勞動供給

量，因在個別經濟中，由經營者方面觀察，僱工爲對于勞動之需要，但在整個經濟中，由勞動者方面觀察，僱工亦爲勞動供給之一部。

以上表（五（八）兩欄之數字繪爲下圖則 SS′ 即爲臺灣農村勞動之供給曲線：

圖一、



由圖一可知臺灣農村勞動供給並非普通之由右上方延向左下方之正常供給曲線，而乃一由左上方延向右下方之後彎供給曲線。

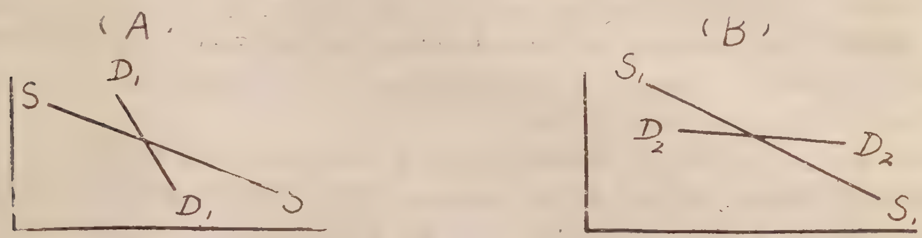
後彎勞動供給之曲線係由供給者根據自己之生存需要，依工資之大小定其供給量所決定，其公式爲：

$$\text{後彎勞動界限供給量} = \frac{\text{勞動者生存需要界限錢數}}{\text{界限工資額}}$$

上式中生存需要錢數伸縮性甚小，而工資率在人口過剩之區則大多低于界限產值，于是勞動供給量遂爲上式中之主要變動因子，隨工資率之下降而擴大矣，否則生存即感受威脅，例如某一農民爲維持其家人一日三餐之資，除其他收入十元及原有之出售勞動量——每日十小時——所得之二十元外，尚不足六元，則在界限工資額爲每小時一元五角時，彼即願增加勞動供給四小時，若界限工資額爲每小時一元，則最少即願增加勞動供給爲六小時，苟不如此，則一日三餐，即成問題，故圖一臺灣之勞動供給曲線乃臺灣農民生存需要之不足部份與工資額之互相關係而形成，隨臺灣農村之界限工資額之降低而增加其供給量，在大量人口過剩之今日（臺灣）受僱機會難得，各人受生存之威脅，競相減價求售，勞動供給價格即與勞動之界限產值，脫離關係，故此種供給曲線，外表上雖近以需要曲線，但實際上並非一物。

勞動需要之界限工資多追隨勞動之界限產值，而勞動供給曲線之彈性，則由勞動報酬變化之程度加以決定，在正常供給(即非後彎供給)勞動報酬漸減程度愈大，則該勞動供給曲線之彈性愈小，反之則彈性愈大・但在後彎供給，情況即完全相反。，各種農產中，勞動報酬變化程度之大小，因其所用各生產因子之分量不同，及容受力之大小，與該產品需要彈性之大小，使供給曲線之彈性各不相同，于是臺灣農村勞動之個別需曲線與總供給曲線相交之情形，即成爲下圖之形態：

圖二



上圖 SS 爲臺灣農村之勞動供給曲線，D_1D_1 爲彈性較供給曲線彈性爲小之勞動需要曲線，D_2D_2 爲彈性較供給曲線彈性爲大之勞動需要曲線，若勞動之需要彈性正等于勞動之供給彈性，亦即勞動需要曲線與勞動供給曲線相合一致時，則勞動之需要量即完全由供給加以決定，此時則任何數量之供給，皆有其需要，臺灣農產商品化之程度雖已甚高，但以人口過剩程度太深，故各種農業生產之個別勞動需要曲線彈性雖有出入，但彈性之大者與小者互相抵消以後，總需要曲線之彈性，則可能非常與圖一之總供給彈性近似，俟將來有具體調查後，當能加以證明也。

以上情形爲僱入之臺灣農村勞動之個別需要曲線及總供給之基本情形，但在自耕之農場，因勞動投入土地時，不立即領取工資，至產品收成出售時，方能收回其勞動報酬，此類勞動之供給與需要即完全相合一致，因自耕之土地，爲其主人之最仁慈受主，任何數量之勞動，祇要其主人不惜辛勞，不計代價之高低，彼(土地)均可無限制加以接受，任老天所賜之產量，于收穫季節，憑產品需要彈性所決定之價格，除去其他生產因子之報酬外，全部作爲其主人之勞動報酬，雖爲負値亦所不計。此種供給遂與界限報酬變化直接連繫，基于古典派供給創造其需要之原理，勞動之供給與需要亦成一線，土地經營對于勞動之需要，遂完全由勞動提供者所願供給之數量，加以決定，此處所應注意者，供給曲線與需要曲線，雖相合爲同一典線，但不能認爲後彎供給曲線，即爲需要曲線，因地主及勞動者雖同爲一人，但身份上一爲消費者，另一則爲生產者，本質上並不相同，不能混爲一談也。

臺灣農村之勞動供給曲線之內在涵義有六：

（一）後彎勞動供給之情況甚多，重要者有四：一爲特別辛苦之勞動，如碼頭工人等，二爲所得臨時降低，爲維持其原有之生活水準之心理所形成，（註三）三爲勞動報酬低落之人口過剩地區，四爲自營之生活農場。臺灣農村之勞動供給，正即爲第四情況之典型代表，試觀自民 28 經 32 至45年時，臺灣農家平均耕地面積由1.8 公頃縮小爲 1.22及1.17 公頃，而臺灣各農家之農業勞動者之平均每年工作日則由 24～28 之175（四年平均）降爲 41～45（四年平均） 之164。故臺灣農村之勞動供給不但爲典型之人口過剩之後彎供給，而其過剩程度且有日益加深之趨勢（註四）

（二）臺灣勞動報酬率特低早已脫離舒適生活之範圍，而入於僅足維持生存之階段，故工資率降低時不僅不能促勞動供給之減少，而反促勞動供給之增加，以維持其生存。

據四十一年調查之臺灣自耕農之家計支出平均年僅 8904 元（其人數平均爲 10.21人）其中食住衣光熱等五項維持生存之必需費用共支 6399 元，佔總支出之 72% 而教育修養等維持身心向上之費用，年僅 172 元，佔總支出之 2% ，娛樂費用則平均每年祇有 11 元，至于半自耕農及佃農，則更不及此，由此可測臺灣農民生活已至僅足維持生存情形之一般。（註五）

（三）人口過剩以後，則勞動生產力降低，對勞動之剝削加重，苟非以人爲方法調整分配，則實際工資所得在總所得中之比例，必將降低，蓋一切生產因子之生產力莫不受報酬漸減律之支配，即各生產因子莫不于供給過剩以後即逐漸降低其生產力，而自由經濟之價格，又係追踪于界限產値，故界限生產力愈降低，工資報酬亦即愈減少，對勞動之剝削即愈加重，其情形可再閱圖一。

圖一 SS′ 為臺灣農村勞動供給曲線，OP 為工資，OQ 為勞動供給，在 OQ_1 之供給量時，其工資為OW_1，至供給增量加為OQ_2時，則其界限生產力即降為 AQ_2，其工資即成為 OW_2即形成1,2A面積之剝削，至供給量增加為 OQ_3 時，則界限生產力縮為$S'Q_3$，工資遂亦成為 OW_3，剝削之數量即為1,3S′之面積矣，故近十年來臺灣若不實行人為之分配控制，如三七五減租及降低利率等，則農民勞動所得，必更急速下降。

（四）另一方面人口過剩以後，則稀少現象日益加重，資本蓄積困難，耕地需要增加，于是利率及地租均上升，故各種產品價格亦必上漲，遂構成為工資購買力之另一種負擔，由民 41至民45時農民收入指數上升至 148% 而支付指數則上升至 151 即構成為實際所得之 1.02% 之降低。然此收支比尚係以當時實際農產品價格計算，但近十年來臺灣之最大農產，米及糖之價格，均非自然價格，前者由糧局加以控制，後者由臺糖訂定，與自然價格相差甚遠（米價指數與其他物價總指數相差最高時（40 年）曾達 55%。47 年九月尚達 34%。）故臺灣農民工資率，事實上早已開始降低。至于近年來臺灣農民生活之改善，則由於減租之結果並非由于工資率之上升也。

（五）將圖一SS′供給曲線兩端延長與縱橫兩座標相交，即可看出臺灣農村勞村勞動供給曲線之彈性係數關係為 310 比 147，即 210% ，在此一彈性係數之下，若生活程度等其他情況不變，則工資率下降 1%，即需要增加勞動總需要量之百分之二·一，方不致增加非自願失業。以四十五年而言，臺灣之農業勞動總需要量為251.416.000 工作日，若工資率下降1%，即需增加就業量5,531,152 工作日，以 41～45 之平均農業勞動之工作日（164）計算，即需增加 32,834 人之就業機會，再加當年之人口增殖數，必需增加十二萬人之就業機會，方能不增加部份非自願失業或完全失業，以目前情形而論，在農業方面，每年增加十二萬人之就業機會，殊不可能。

（六）在自由經濟之中，工資率追踪于界限產值，臺灣農村勞動既已達到 210%之彈性係數之後彎供給，則其工資率之低落，自為必然之結果，若不以人為方法，加以控制，則所得之分配問題，即非隨勞動供給過剩之程度，日益加深，形成嚴重問題不可，關于此點，在地租方面，土地改革（三七五減租及耕者有其田）已完成其使命，使農家地租支出，由41年之 51.99%，降為 45 年之36,28%，而勞動收入，則由 41 年之 36,57%，增為 45 年之 55.74% ，利息方面，政府農貸利率，雖已降低，但因貸放數目太少，故臺灣農業經營資本之利率問題，尚有待于進一步之努力。

註三、見 P.Samuelsoi Bconomics 三版 P.535-6

註四、數字見 Dr. S.S. Hsieh An Analytical Review of Agricultural Development in Taiwan

註五、見農林廳 1952 農家經濟調查報告書。

The Shape of Rural Labor Supply Curve and Its Coefficient of Elastisity in Taiwan,

by Prof. Chwen-ko Wu,

Outline:

Prof. Wu points out that the runal labor supply in Taiwan is a backward supply with a coefficient of elastisity of about 2.1 by the following reasons and having six results:

A. Reasons:

a. The agricultural population in Taiwan is 4,790,034 in 1953 and the area of cultivated land is 873,262 ha. So it is seriously over populated.

b. The farms in Taiwan are not enterprises but sutsubsistence-managements. So the supply curve and demand curve coincides each with other.

c. In lower incomes the supply of labor is determined by the need of subsistence and its quantity supplied and is corelated with the wage rate That is to say that if wage rate is low, the supply of labor will be large and if the wage rate is high, the supply of labor will be small with a quite different feature with that of high incomes, like United States of America and England.

B. Fundamental phenomenons:

a. Unemployment in rural society in Taiwan is about 57% of the whole physical labor supply. (300 working days a year each man equivalent)

b. The individual demand of labor and the total supply of labor are in the shape of digram 2, (A) is relatively inelastie demand with the total supply curve and (B) ia the relatively elastic demand with the total supply curve.

c. According to the cancelling of the relative inelastic and the relative elastic, the total demand and the total supply curves may be very near each with other. This will be identified by survey later.

C. Results:

a. The population of Taiwan increases very fast, so the shape of the regressive curve will be flater and flater year by year.

b. The decreasing of wage rate will not decrease the supply of labor but increase the supply of labor.

c. The degree of over-supply of labor becomes deeper and deeper, the exploitment becomes larger and larger, so the controling of distribution is necessary, This is the only reason that land reform was carried out in 1953.

d. Scarcity is becoming more seriously year by year, so the prices of other products becomes higher and higher. This fact makes the extra

burden of the farmers. So if the project of land reform did not carried out, I think it is very hard to endure for the farmers in Taiwan.

e. With the coefficient of elastisity of labor supply in Taiwan, a slightly chang in the wage rate, the great change of labor supply will be carried out. According to the supply of 251,416,000 man-days a yaar in the rural society in Taiwan and its very large population growth, it is impossible to create so many positions for employment. According to Prof. Wu's accounting 120.000 positions for employment in rural society is needed every year hereafter which is not possible definitely.

臺灣農業推廣制度之研究

The study of Agricul tural Extension system in Taiwan

陳　澤　亞

Tzer-yah chen

一、　引　言

早在中華民國二十二年三月廿九日由教育、實業、內政三部修正公佈的農業推廣規程（註一）第一章第一條就明白地指出：「國民政府爲普及農業科學智識，增進農民技能，改進農業生產方法，改善農村組織，農民生活及促進農民合作起見依本規程之規定實施農業推廣」。又亞州農業推廣會議討論結果（註二）認爲：「農業推廣是對農民的一種課外教育，使農民互相傳播實際經驗，發展技能及培養良好的態度以期增進大衆福利，使農村及農家獲得進步，藉以提高農村生活水準，並訓練農村青年成爲良好的公民」。由此可知農業推廣不但是農村的一種理想教育，而且是農業建設過程中最重要的一環；一切農業科學研究的成果，耕作技術的改進，優良品種的育成，均需藉農業推廣的組織和力量，始能普及於農村，使農民知道採用或栽植，以完成農業改良與農業建設的最後目的。所以一個國家的農業推廣制度與組織是否健全，推廣業務能否開展，實與農業建設的成效息息相關。

最近數年以來，臺灣經濟政策的中心目標，是在求安定與繁榮，並且制定有四年經濟發展計劃，這個全面性的經濟發展政策，雖然其主要的目的在謀求臺灣的工業化和經濟自足，但農業生產仍是助成這個經濟建設的必要因素，換句話說，即農業生產力的改進與提高，乃是建設工業經濟的先決條件，所以確立臺灣的農業推廣制度並訂定各種比較具體的措施辦法，實爲達成經濟發展計劃不可或缺的一項工作。

如上所述農業推廣是一種具有教育性的工作，除了服務或教導農民經營農業生產外，還得協助其解決生產技術及農村生活等的一切問題；因爲農家生活與農事經營關係非常密切。設農民生活不得安定則無法發揮其生產能力，更難期其善用科學知識作農業上的改進，如果農民處於飢寒交迫，百病叢生，索然寡趣的生活中，精神上已極頹喪，要他維持良好的農場，計劃經營最有利的企業，怎麼可能呢？所以家政推廣，改善農民生活，厥爲農業推廣設施的基本原則。

以臺灣農民的現狀言，農政的理想應該是指導農民成爲一獨立自營的農民，並附與其主觀上和客觀上所需要的各種條件，但是要達到這個理想，並不容易，因爲現時的低物價政策與生產力的擴充問題，以及財政平衡的各種措施，使農業與非農業的所得不易協調，而加於農業方面的各種負擔，似有增加趨勢，所以爲顧慮將來的各種情勢發展，農政上措施，應有一個明確的決定，諸如在技術和經濟的複雜條件下，要求農業經營與農家生活的改善，必須有個計劃性的方法，透過農業推廣組織，始可達到目的，所以建立農業推廣制度與加強農業推廣組織，應是繼臺灣土地改革與農會改進後的又一重要任務，目前各方呼籲甚爲急迫，筆者忝得推廣行列一員，不揣譾陋願本一得之愚，試就本省農業推廣的制度形成，組織概況，以及今後的改進辦法等，以請教於諸學者之前。

二、　推廣、教育與研究

農業推廣、農業教育與農業研究三者有不可分離的連鎖性。農業教育負責訓練和培養人才，造就農業技術和農業經濟的幹部。農業研究是負責農業試驗，地方試作，以求能適合當地環境。而農業推廣則是利用經農業教育訓練和培養出來的人才和農業研究所得的結果或材料，推廣及於農村，以輔助和指導農民。故凡是優良的人才和成功的材料，都需要與推廣發生聯繫，始能發揮效能，

在農村裡發生實際的作用，不然的話，研究和教育均易流爲空談，沒有目的，所以要使農民眞正得到農業教育和農業研究的好處，沒有推廣是不能達到目的的。因之有人認爲推廣、教育和研究是農業建設的三部曲，缺一不可。

在美國各省立農學院均兼辦試驗及推廣，把教育、研究、推廣三者連在一起，很見成效，美國農業之所以能迅速發展，實應歸功於美國農業推廣制度的健全。美國的農業推廣制度是分三級的，即縣，州與中央。（註三）並且各級有各級的組織形態，以適應其工作的需要，組織形態的細節雖有因立法與制度的不同而各異，但三分的工作體系，即行政，督導與組織工作，則是貫徹一致的。茲將其組織大綱表列如下：

國　　會	美國農業部 　　部　　長 　　推廣局長（農業部許多部門之一）
州 議 會	授田大學 　　大學董事會董事長 農學院 　　研　究 　　教　學 　　推　廣 　　　推廣處長 　　　督導員與專家 其他各學院
縣 政 府	縣贊助團體 　　縣推廣所 　　　縣推廣員
	領袖，會員與合作者

我國是世界上最古老的農業國家所以國民經濟及建設事業的基礎，多建立在農業上面，而農業生產在臺灣經濟中的重要更是大家知道的事實。但改進農業，除了改進農業行政，加強農事研究和農業教育以外，對於農業推廣尤見重要；因爲沒有推廣，則試驗研究的成就，只能局限於試驗場所內，而不能達於農村與農民發生關係，豈非浪費。次就農業教育而言，如無豐富的試驗材料與實際的經驗，而偏重於純理論科學的介紹，則培養出來的人才，一旦進入農村，反見所學不得其用。

農業生產是臺灣經濟的基石，每年除需供養一千萬軍民的糧食以外，其他各種工業原料亦多依賴農產品爲其原料，故農業實爲臺灣經濟的命脈，諸如糧食增產今年要達到一百九十萬噸的目標，就要靠農業推廣力量，改良品種如蓬萊稻種的推廣，由原原種田，原種田，採種田以至一般農民，必須依賴農業推廣始能達到目標，耕作技術如精選種子，改良秧田小株正條密植，深耕和全層施肥，適期的中耕除草等，也要依賴農業推廣教育，始能達到增產目標。故欲求農業建設與農業改良，能依照四年經濟計劃逐年完成，應將教育，研究，推廣，鼎足而立，要知有研究，始可解決疑難，發現新異，而樹立農業改良的基礎。有教育，才可根據研究結果，啓廸後進，作育人才。有推廣則可將改良的成就，廣爲傳佈，以增進多數農民的福利，同時且可得到種種實際問題，供研究的資料，而研究與教育的功效，乃更顯著，所以此三者實應相互關連同時並進的。

三、臺灣的農業推廣組織

㈠ 光復前的推廣制度：

日人治臺五十餘年，因之現行的一切措施，均多少受其影響。就農業推廣方面言，亦復如是，日人為實現其「農業臺灣，工業日本」的政策，對農業推廣制度，乃採用集中的統治權力，透過州，廳，而郡而街庄的行政系統，來輔導農工生產事業，並於當時總督府農商局內設一農務課，派遣大量農業技術人員分駐各州廳，郡以至街庄，一條鞭地直接負責推廣業務，事權集中，而力量却易達基層，同時並在各地區設置各種指導所，一方面從事研究各地的農業試驗，一方面與行政力量相配合，藉以增加橫的農業推廣工作。這一集中統一而又有力量的系統組織，是為日治時代農業推廣制度的核心，其他與農業有關的各種會社所設立的推廣機構都需要透過這個核心，受其管制，就是以當時頗具力量的農業會言，在表面上雖是人民團體，而其內容却與這個核心溶為一體；不論是推廣業務，經濟統制或農業倉儲均不能脫離農業推廣的核心。綜上所述，日治時代，臺灣農業推廣制度的特徵，一是政府統一了人民團體和企業會社的農業推廣工作，二是運用行政力量一元化地加強農業推廣工作。

㈡ 光復初期的推廣制度：

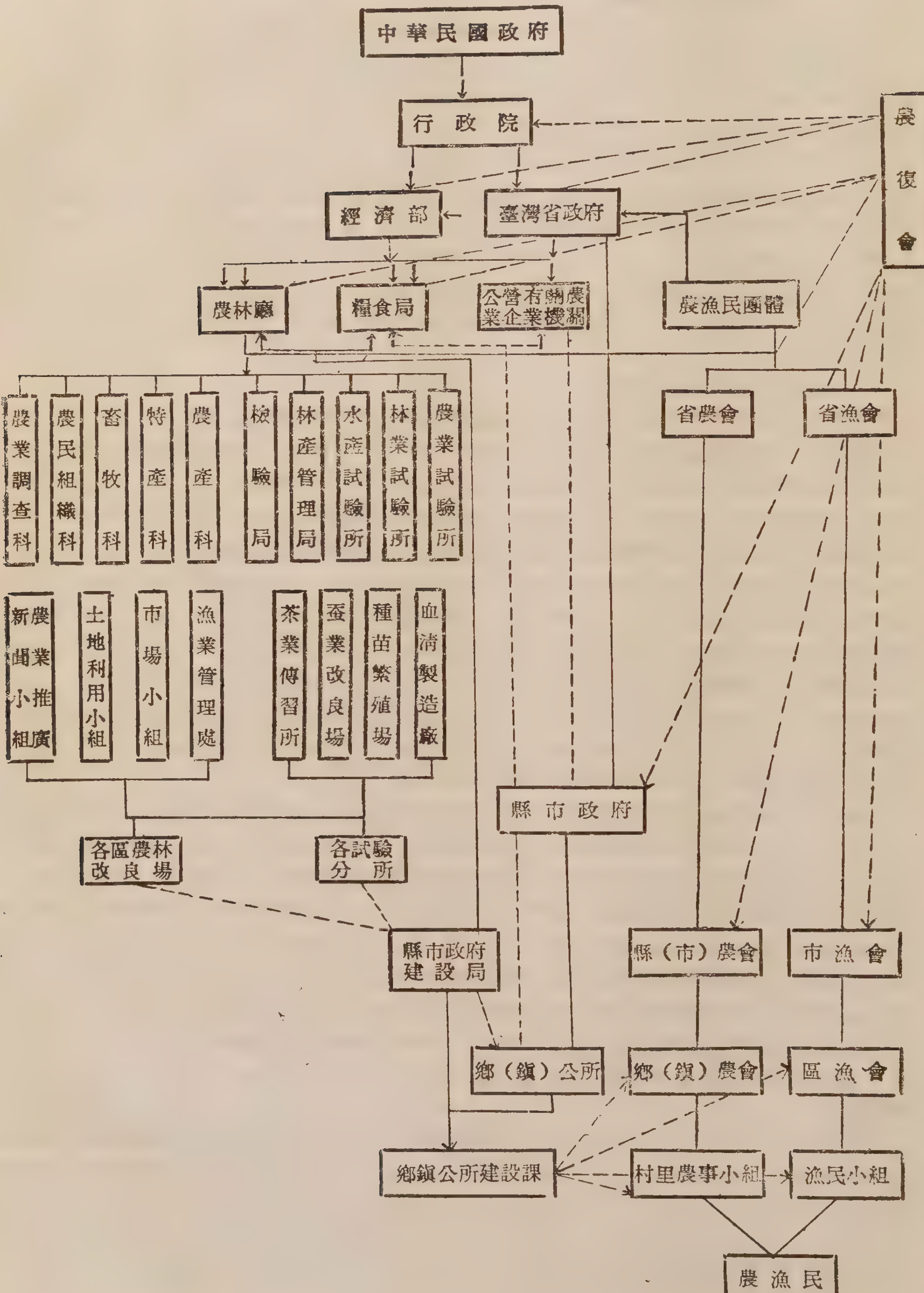
迨第二次世界大戰結束，本省光復，是時臺灣農業因受戰事影響生產頓減，政府為求重建農村，促進增產起見，仍沿用舊制在長官公署農林處內設農務、畜牧兩科，辦理推廣業務，至民國三十六年乃將該農畜兩科合併並成立一農業推廣委員會，專司其事。到民國三十九年農業推廣委員會撤銷，又恢復設科辦法。民國四十年改農林處為農林廳，並於廳內次第設立農產科，特產科，畜牧科分別辦理各有關行政管理和推廣工作，後又為加強指導農會和組訓農村青年的工作設農民組織科。為負責調查全省農產品的生產數量和成本，並分析研究經濟狀況，以供施政和學術上的參考，設農業調查科，為謀農林水土和土地的合理利用，並與有關機構保持聯繫配合設土地利用小組，為管理毛猪的生產運銷以謀畜肉的正常供應和調節肉類市場的盈虛設家畜市場小組，此外為求配合各單位的推廣業務，並辦理農業宣傳與教育農民工作，設立農業推廣新聞小組（註四）專負其責。至森林行政管理和林業推廣漁業行政管理和漁業推廣，則分別付諸所屬的林產管理局與漁業管理處辦理。有關試驗方面的工作，則責成農業試驗所，林業試驗所，水產試驗所，種苗繁殖場，獸疫血清製造所，以及各區農林改良場等辦理試驗，繁殖和推廣業務。

省政府糧食局除辦理主要糧食的收購、儲運之外，還責令各糧區糧食事務所及旅費補助各縣市(局)建設局(科)農業推廣人員辦理水稻、甘藷、花生、大豆等的增產教育，如種苗的優選，施肥方法，及農田水利，亦推行得相當積極。又如糖業公司為確保製糖數量，爭取外匯，並謀繁榮副產工業起見，在中南部設有二五八區甘蔗原料區，每區平均有 5--6 位推廣人員深入農村，以勸導方式或採用各種獎勵辦法，辦理甘蔗、甜菜、鳳梨、種猪等的改良推廣工作。烟酒公賣局亦在宜於種菸地區及栽培大豆、高粱、葡萄等製酒原料鄉鎮，辦理推廣，其他如民營之鳳梨公司，茶葉公司等亦經常派遣專人下鄉推行與他們產品有關的各種推廣工作，或透過所屬各地的廠、場、局、所由上而下而至其特約農戶各自辦理農業推廣工作，有時又經由行政系統，配合辦理。

在縣市及鄉鎮方面，各縣(市)政府建設局(科)，及各鄉鎮(市)建設課，均為負責辦理農業推廣的基層單位。

另外還有一歷史悠久規模宏大，自日治時代的農業會接收下來的臺灣省(市)鄉鎮(區)三級農會三百四十個單位，遍佈全省，且各級農會均設有農業推廣單位，並在鄉鎮(區)農會之下，按村里為依據分設農事小組達 4955 組(註五)。這些可說是臺灣目前負責農業推廣的主要機構，茲圖示如下：由上觀察可以瞭解臺灣現行的推廣制度特徵：第一是透過農會的三級組織，而達農事小組而農民，第二是是專靠行政系統由縣市建設局而鄉鎮建設課而村里，第三是除上述兩機構外，其他機構均可應本身需，自行辦理推廣，各行其是。第四是現行的推廣制度，與教育及試驗機關莫不相干。

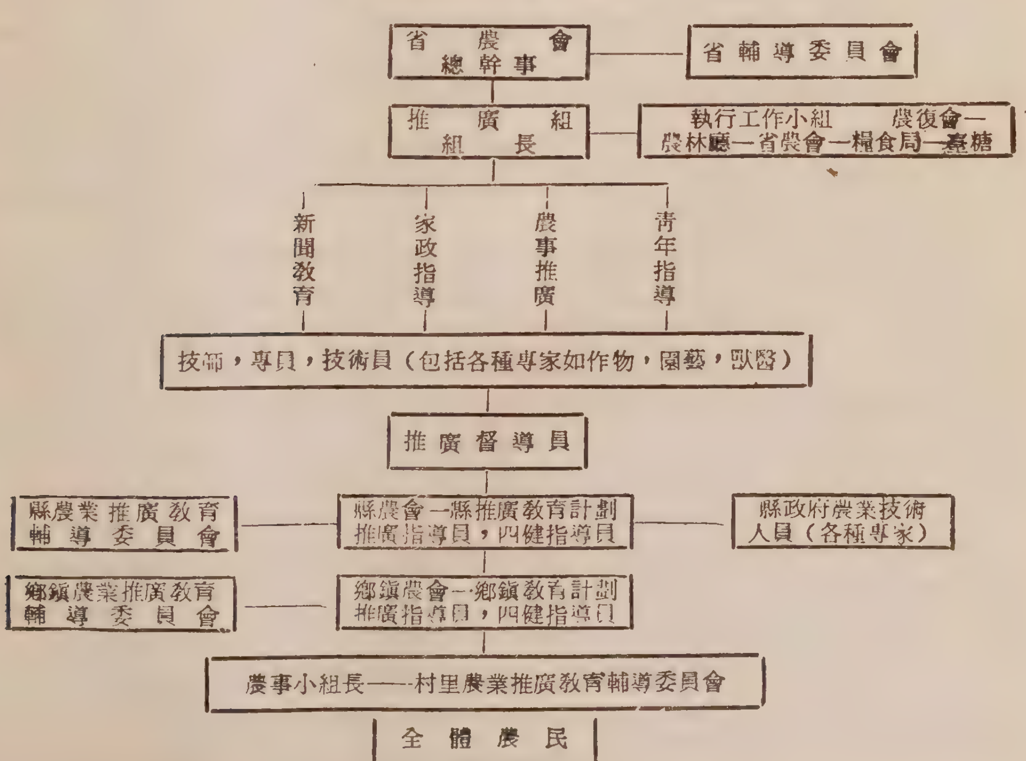
臺灣省農業推廣組織和系統圖



㈢ 最近五年來臺灣農業推廣的新措施

政府為了改進本省目前農業推廣的許多缺點，乃於民國四十二改進各級農會時，即決定修正農會章程將省農會的第四組，縣農會之第三課，鄉鎮（市區）農會之第三股，一律改為推廣組（課，股）。繼此之後，中國農村復興委員會為要運用農會現行的組織力量，實施農業推廣教育，藉以促使農會業務方針趨於正常起見，曾聘請美籍農業推廣專家卜普（J. Dope）氏來臺，協助政府研究農業推廣制度問題，擬定「改進並加強臺灣省農業推廣計劃」提經國民黨中央委員會邀集有關單位審議通過，付諸實施，並選定善化、桃園、頭城等鄉鎮為示範中心，按原計劃規定在省級以臺灣省政府農林廳為主管機構，臺灣省農會為執行機構，此外並組織臺灣省農業推廣教育輔導委員會，由農林廳，糧食局，教育廳，建設廳，社會處，衛生處，農復會，省臨時議會，省農業試驗所，省農會，省婦女會，國立臺灣大學農學院，臺灣省立農學院，臺灣糖業公司，菸酒公賣局及其他有關機構或專家參加組織，以農林廳廳長為主任委員（註六）在縣（市）級則以縣（市）政府為主管機構，縣市（局）農會為執行機構，同時並組織一縣市（局）農業推廣教育輔導委員會，由縣市(局)政府，縣市議會，縣市(局)農會，縣市(局)婦女會，糧食事務所，農業研究改良機構，當地農業及家事等學校，臺灣糖業公司所屬有關單位及每五鄉鎮單位農民代表一人暨專家或其他有關機構參加組織以縣市長為主任委員。在鄉鎮級則以鄉鎮(市區)農會為執行機構，鄉鎮(市)區公所秉縣市(局)政府之命協助之，此外，仍設一輔導委員會由鄉鎮(市區)公所，鄉鎮(市)區民代表會，鄉鎮(市區)農會，鄉鎮(市區)婦女會，當地有關教育機構及每五村里單位農民代表一人暨專家或其他有關機構參加，以鄉鎮(市區)長為主任委員，農會總幹事為秘書。在村里級，並組織村里輔導小組，以農事小組長為召集人，協助推行工作。其組織系統如下：

新農業推廣教育計劃組織系統



此項計劃自有關機關審議通過之後，農復會對整個計劃的推行提供了鉅額的經費和技術上的指導，使各鄉鎮次第實施，截至本年度(47年5月）為止農事推廣教育實施鄉鎮已達十六縣一局八十九鄉鎮(市)，四健推廣教育(農業學校推行之四健教育未包括在內)增至十六縣一局一百零一鄉鎮，(市）家政推廣計推行十五縣一市六十六鄉鎮(市區)(註七)，以上合計辦理農業推廣教育共一一九個鄉鎮單位，約占全省鄉鎮三分之一。在基層組織方面農事教育計成立農事研究班五一八班，參加班員計九、六四四人，設置示範田圃一八三二處，設置示範農家一、四八二戶，四健部份成立四健作業組二二九三組，延聘義務指導員二、三七七人，參加男女四健會員二四、三四六人。家政部份聘請指導員六十六位成立家事改進班二〇二班，參加班員二、九〇五人。(註八)省農會站在省級執行機構的立場，乃統籌辦理有關推廣資材的供應，指導人員的訓練與視導工作的推行，縣農會的主要任務，乃在督導鄉鎮級農會工作之推行，而實際工作之執行乃在鄉鎮(市區)農會，每鄉鎮設農業指導員二至四人，經常下鄉指導農民，除定期設置示範田圃藉供農民相互觀摩比較外，並舉辦各種講習班，分發單張，小冊，或方法示範等，四健方面每鄉鎮設指導員一人，依會員志願組織各種作業四健會，並各設一成人義務指導員，經常予以指導，在家政方面每一實施鄉鎮設指導員一人，按期舉辦家事座談會，家庭訪問，方法示範，結果示範等，作者本年暑期參加亞州暨遠東經濟委員會主辦調查之「農會及鄉村發展計劃對農業發展之影響」工作在北部冬山，頭城，中部后里，霧峯，大雅等鄉鎮四十五天的農家實地訪問發現農民對於農業推廣教育之要求，相當迫切，對於採用新式耕作方法之信念與指導員之敬仰益形普遍而堅定，這是很可喜的一種現象。

四、對現行農業推廣的批評

臺灣的農業最近數年來經由中國農村復興委員會的技術協助與經濟補助，以及各試驗改良場所的努力，與耕者有其田的實現，不論是質或量方面，都有很顯著的進步，惟有因農業推廣制度遲遲還未建立，使我們農業試驗改良的成果還不能普遍深入農村，就如上節所述，各機關雖然都在辦理農業推廣工作，但是不論設計，執行，考核等均彼此不相連繫配合，各行其是，以至同一類的推廣而各單位供給農民的材料或技能，却互有出入，使農民無所適從，且各單位的推廣業務祇限於與他們本身產品或業務有關的事項，並不能替農民解決所有問題，就是鄉鎮公所與鄉鎮農會之間，往往在人事方面發生摩擦，不易協調，或互相攻訐，或相互推諉，以致效率低微，自然更無法達到增進農家收益，改善農民生活的最終目的。

其次是農業推廣工作人員太少，根據農復會調查，全省各鄉鎮農業推廣人員，日據時代，每鄉鎮平均十六人，其中八人從事實際推廣工作，現在每鄉鎮平均六人其中僅有四人辦理實際的推廣工作如按全省統計，推廣人員僅占總農會職員12,2%。(註十)但據一般經驗，一個推廣員最多只能負責指導六百人，約三個農事小組，才能勉強做到指導到戶的目的，超出了這個數目就無法為力了，且現有的各鄉鎮農業推廣人員不是年歲較大，行動遲鈍下鄉不便，就是被派去協助辦理供銷、倉儲等經濟業務。至推廣人員的素質，目前雖無一完整的統計資料可資參考，但觀臺灣省農會人員講習所（註九）自民國四十一年七月起到四十七年五月止經該所受訓的二十八班四，四六七人中，其中受大專教育的一七八人佔3.99%、受高中教育的一，四八一人佔 33.15%、受初中教育的一，二六九人佔28.41%、國校畢業的一，五三九人佔34.45%為最多。參加此項講習人員多為辦理農業推廣教育示範鄉鎮選派的，且有學資歷限定者，如果以全省各鄉鎮平均而言，受教育程度的比率還要降低，由此可知，近年來政府提倡「人才下鄉」政策在種種法令限制之下，尚未做到理想地步。

第三是推廣經費問題。經濟為事業應母，不論任何一種事業，如果經費不能得到解決，工作就不易展開。本省各鄉鎮公所及鄉鎮農會農業推廣經費，據調查僅佔全部業務支出12.4%左右，甚感不足，鄉鎮農會應以農業推廣為主要業務，而農業推廣經費所佔比例太小，實無法發揮其推廣效能

，省農林廳有鑒於此，曾令各鄉鎮在農會轄區內征收事業費(註十一)多數鄉鎮規定征收額為水田每甲 20 元到 50 元，旱地每甲 12 元，其中以 20%繳交縣農會，縣農會所收之指導費以 25%繳交省農會，且此項經費專門指定做為農業推廣教育之用。以土地為標準征收指導費，原應極易推行，但因(1) 征收指導費，非經由財經機構辦理，而是由農會在配售化學肥料時附帶征收，惟政府配售化學肥料仍以水田面積為分配標準，因此旱地較多鄉鎮，則征收非常困難。同時此種附帶征收工作，如農民不繳或少繳，均無適當處理辦法，以致各農會之工作計劃，均難預定。(2) 指導事業費征收對象是以實際耕種的農戶，而非地主。本省土地改革完成後，地籍雖已歸戶，但實際耕作之農戶與地主不可能完全一致，且經常改變。因此，征收以前，必須向鄉鎮公所財政課及各村里搜集資料，並經整理後送交農農事小組核對無訛之後，始得正式造具清冊，連同繳費三聯單呈請縣政府加蓋關防，經發還後，才能進行催收工作，手續相當繁瑣。(3) 公有地太多，計算困難。農會為了征收事業指導費，每年必須有一人經常處理，顯見浪費人力，故如何簡化征收手續，使其固定化，交由財政機構辦理，以便撤底執行。農會推廣經費除征事業費外，尚有政府補助，農復會補助，及農會本身由供銷，信用等事業有較多盈餘時撥出若干做推廣經費等，惟此項經費，並無固定金額，祇能作某一時期的特定目的，不能長期的打算。

第四舉辦農業推廣，須將農業研究試驗所得的良好成就傳授給農民，在臺灣的農業推廣大部沿用以往日人的辦法，偏重於利用行政力量的推行，未能與省農業試驗，研究，教育機關等密切配合進行，對於農民之訓練及實地指導，亦未予以充分的注意，所以有若干試驗改良機構，甚有「有材料而無法推廣」之感，誠如本省過去所推行的水稻正條密植，揚床秧田，原種繁殖制度，固然已收有相當效果，但是尚未達到理想地步，其他如水稻選種，疏播密植，深耕金屬施肥，小麥半整地條播，以及稻麥，雜糧蔬菜優良品種等的每一項目，如果按照試驗機關研究結果的辦法一一傳給農民，普遍推行，至少增產達一成以上。(註十二)

五、各方對目前臺灣農業推廣的改進意見

由於上節所述各點，因本省農業推廣制度未臻完善，推廣成效，不如理想以致各方紛紛提出的改進意見甚多，茲列舉如下：

㈠ 民國 43 年 3 月第一屆國民大會第二次會議時有三十七位代表所提請改進臺灣省農業推廣制度案的改進辦法。(註十三)

1. 縣 (市) 政府及鄉 (鎮) 公所與縣 (市) 鄉 (鎮) 各級農會，現時均有推廣指導人員，應依照農業推廣法規之規定，將原有之推廣人員及經費，集中歸併，成立縣農業推廣所，以期集中人力財力，統一事權而增進工作效率。

2. 現時推廣經費過少，應酌予增加。

3. 省級推廣工作，亦應力求統一集中，以免繁歧重複，並由農林廳設置推廣機構，以及統籌推進全省推廣業務之進行。

4. 推廣工作之進行，應與省區農業試驗，改良機構及農業其他等密切配合，儘量利用其技術人員與推廣材料，以宏其功效。

5. 各地方推廣工作，應與縣 (市) 鄉 (鎮) 農會合作進行。

6. 省縣農業行政主管機關，應領導督促省縣農業推廣工作之進行，但不能以一紙空文，或舉行一次會議，即作為推廣業務。該項推廣工作，須由各縣推廣指導人員 (須為技術人員)，經常深入農村，指導或協助農民，切實辦理。

7. 各地方推廣指導人員，應予以充分之訓練。

8. 關於全省農業推廣制度之改進，應由農林廳會同省農會擬具改進計劃，送請中國農村復興

聯合委員會予以補助。

(二) 民國 43 年 12 月中華農學會在臺南舉行時的年會中心議題：臺灣農業推廣制度應如何改進問題討論綱要。

1. 全省各機關的推廣業務，在原則上似宜由農林廳設立一健全的推廣機構集中統籌辦理，惟事實或有困難，但各機構的推廣工作，均宜密切聯繫配合進行。現時農林廳似宜設立農業推廣委員會，約請有關機關團體，如省農會，糧食局，臺糖公司，菸酒公賣局，農林試驗關，大學農學院，教育廳，農業金融機關及其他有關機關參加組織，由農林廳廳長擔主任委員。該委員會之任務，爲依照上級機關之決策，從事有關全省農業推廣的統籌設計，聯繫配合，交換報告，商討重要推廣問題，及推動業務等項。農林廳內部組織，似宜設立農業推廣處，統籌辦理農林廳所主管農業推廣業務。原有各科之業務，宜予調整，各科主管之推廣業務，均宜移併農業推廣科辦理，並將原有各科酌予歸併。事實上如一時難以改革，則農業推廣科似可暫行主管有關農業推廣刊物推廣宣傳，四健會，集約經營農村及其他一切不屬於其他各科之推廣業務。至原有各科主管之推廣業務暫不變更，但宜與推廣科密切配合進行。農林廳似宜設置推廣技術專員若干人，由富有智識經驗的專家擔任，除指派廳內原有之適當專家擔任外，並調派省內農林畜牧試驗改良場所之專家擔任，或聘請中等以上農業學校之教授教員兼任之。各項技術專員之任務如下：①將試驗研究所得良好成就，隨時傳達於各縣及鄉鎮推廣人員，並供給最新農業學識及優良推廣材料。②協助推廣人員解決農業方面各種困難問題。③協助擬訂推廣計劃。

2. 依照政府法規，各縣市應設農業推廣所，統籌辦理各縣農業推廣業務，但臺灣各縣於光復後即有建設局（科）之設置，兼辦推廣業務迄未變更。現時情形，倘積重難返，一時不易改組而另設農業推廣所，則似可暫行採用下列組織及辦法①各縣市設立農業推廣委員會，由縣（市）政府建設農（科）縣農會，區農林改良場，糧食事務所，農業農校，臺糖公司之試驗所，其他試關機關團體及熱心農業改進之人士聯合組設之，主任委員由縣（市）長擔任，副主任委員二人由區農林改良場場長及縣(市)農會理事長擔任。委員會設置農業指導員若干人，調派縣（市）農會，縣（市）政府建設局（科）區農林改良場，及其他農業機關原有農業推廣指導人員或技術人員擔任之，並宜添用大學農學院畢業生（具有適合於推廣人員之優良條件者）充任指導員。委員會設在縣（市）政府內，其任務爲秉承農林廳之指示，依據地方實際情形，從事有關全縣（市）農業推廣工作之統籌設計聯繫配合及推廣工作之推進督導等項。委員會之農業指導員，除經常赴各鄉鎮協助督導考核推廣業務外，並應深入農村從事推廣。②各鄉鎮設農業推廣員辦事處，受縣農業推廣委會及鄉鎮公所之領導，並配合鄉鎮農會辦理各該區城內各項推廣工作（包括四健會）。辦事處設農業指導員若干人，主任指導員一人，調派鄉鎮公所，鄉鎮農會及其他農業機關原有之推廣指導人員或技術人員充任，並應酌量添用指導人員以期充實。辦事處宜設在鄉鎮農會內，以便配合進行，農業指導員應經常深入農村，訪問指導，並舉行示範及講習會等等，以教導及扶助農民。③爲該驗合理之農業推廣制度起見，似宜由農林廳選定一適當縣份，舉辦農業推廣實驗縣，特別注意良好推廣制度之建之及有效推廣方法之應用等項。俟辦有成效，再由他縣仿效進行。④各縣（市）得視實際情形，酌設農業推廣示範鄉，特別加強工作，積極推進，期有顯著成效，以作各鄉鎮推廣工作之示範。

3. 本省各區農林改良場，除注意試驗繁殖以供給推廣材料外，並宜協助輔導各縣（市）推廣業務，派員參加各縣（市）及鄉鎮之推廣工作，並與各鄉鎮推廣人員密切聯絡以與隨時獲悉農民之需要。

4. 本省各農林畜牧研究機關，宜與推廣機溝密切配合，在試驗機關內各部份，宜指定負責推廣人員，經常與縣(市)推廣人員聯絡，供應推廣材料，供給研究所得的結果及最新農業知識等項。各地方的推廣人員亦宜將當地之農業困難問題，隨時報諸試驗機關，以便研究解決。

5. 農林廳設立推廣人員訓練班，將各縣市各鄉鎮推廣人員分期予以充分的訓練，俾能勝任愉快。

6. 省縣(市)政府對於農業推廣經費，須從寬籌措，並於農林經費預算內專列農業推廣經費科目。省縣(市)政府各農會之推廣經費，似宜統籌支配合併運用，以免紛岐，。農業推廣經費，除請政府在預算內盡量增列外，並宜多方籌措。茲建議款項來源如次。①請糧食局增撥指導費，以補助各縣（市）及各鄉鎮推廣費用。②請農復會從寬補助推廣經費，對於推廣制度之建立及推廣人員之訓練尤應從寬補助。③請公營事業機構及私營企業補助推廣費用。④其他。

㈢ 本省農林廳農業推廣新聞小組組長宋增榘氏所提改進意見如下：（註十四）

一 改進農業推廣的一般原則：

1. 本省現行的農業推廣制度，歷有年所，驟予大事更張，恐多窒碍難行。又因所涉範圍太廣，規章的修改既非倉卒可成，亦有遲緩稽延之嫌。在不急劇變更現行農業推廣系統之原則下，設一統一聯繫配合交換督導的審議機構，則屬必要之舉。

2. 農業推廣的含義，自不限於技術指導與材料供應兩端，而農家輔導如家政，青少年活動與集約經營等的指導，以及農村社會的改善與農業新聞事業的舉辦等，亦屬農業範圍。以本省現狀言，對於農家輔導工作，固有若干推行跡象，尙有零亂紛雜不够積極之嫌。在現階段內先將此類事項，併由新設之推廣機構，主辦其事，實必有要。

3. 改進本省農業推廣制度的重心，置各鄉鎮區市為一級，並將鄉鎮區市級農業推廣單位及其工作，予以集中統一辦理。

二 改進辦法

1. 省縣設農業推廣委員會，以各該有關機關首長及各該級農會總幹事為委員，並分別以農林廳廳長及各該縣市長為主任委員，為各該級農業推廣之聯繫配合交換審議推行機構。辦事人員均由各有關機關及農會原有職員中調用為原則，並由有關機關團體分擔經常用費。至關用於農家輔導及農業新聞兩項所需經費，由委員會審訂計劃預算商請有關機關補助。

2. 鄉鎮區市農會內，公所建設課有關農業人員及農會推廣原有人員，均集中在農業推廣中心工作，以農會總幹事或鄉鎮區市長分別兼任農推中心主任或副主任，由縣農委會議定任命之。農推中心所需事業費由公所及農會年度預算內所列有關農林經費或生產指導事業和文化福利事業兩類經費一律撥給應用，並另行彙編預算，由縣農業推廣委員會核定實施。其會計總務工作，由農會各該主辦人員兼辦，不另設人員。

3. 農推中心工作人員，應於農推中心設立之後，分期集中講習十日。

4. 農林廳所轄各區農林改良場應依照各該場組織規程之規定，加強區農業推廣會議之活動，為省縣兩級農業推廣委員會間之督導聯絡組織。

三 有關規章

1. 臺灣農業推廣委員會組織規程草案

第一條：臺灣省政府為強化農業推廣工作，以發展農業生產並改進農村社會起見特設置臺灣省農業推廣委員（以下簡稱本會）

第二條：本會設於臺灣省政府農林廳內。

第三條：本會置委員二十五至二十九人由本府就下列人員中聘任並以農林廳廳長為主任委員，糧食局局長省農會總幹事為常務委員。

一、行政院經濟安定委員會第四組代表一人。

二、經濟部代表一人。

三、農復會代表一人。

四、省議會代表一人。
五、農林廳廳長。
六、建設廳廳長。
七、社會處處長。
八、糧食局局長。
九、合作事業管理處處長。
十、臺灣銀行代表一人。
十一、土地銀行總經理。
十二、合作金庫總經理。
十三、糖業公司總經理。
十四、臺灣省農會總幹事。
十五、臺灣省漁會總幹事。
十六、臺灣省信用合作社聯合社理事長。
十七、臺灣省青果運銷合作社聯合社理事長。
十八、臺灣大學農學院院長。
十九、臺灣省立農學院院長。
二十、烟酒公賣局局長。
二一、林產管理局局長。
二二、漁業管理處處長。
二三、專家。

本會開會時得由主任委員邀請有關機關人員列席。

第四條：本會之任務如下：
一、關於農業推廣之設計及計劃之協議聯系事項。
二、關於農業推廣計劃之配合執行事項。
三、關於農家輔導及農村改進之推行事育。
四、關於農業推廣組織之建立督導事項。
五、關於農業推廣經費之籌劃建議事項。
六、關於農業金融之設計建議事項。
七、關於農業新聞計劃之協議聯繫事項。
八、關於農會目的事業之聯繫配合事項。
九、關於其他有關農林漁牧增產事項。

第五條：本會置總幹事一人，秘書一人，辦事員若干人，雇員若干人及其他必需人員均由農林廳及糧食局職員中調在本會辦公。

第六條：本會每月開會一次，必要時得召開臨時會議均由主任委員召集之。

第七條：本會經常費由省政府所屬機關分擔，至本會辦理本規程第四條第三款及第四款事項所需事業費得商請有關機關補助。

第八條：本會決議事項由有關機關逕行處理，其執行成果應提出報告，如原決議事項有變更時應先報告本會。

第九條：本會委員均爲無給職，但得支給交通費。

第十條：本規程自公佈之日施行。

2. △△縣（市）農業推廣委員會組織規程草案

第一條：△△縣（市）政府強化農業推廣工作以發展農業生產並改進農村社會起見特設置△△縣（市）農業推廣委員會（以下簡稱本會）

第二條：本會設於△△縣（市）政府內。

第三條：本會置委員十九人至廿七人，由本府就下列人員中聘任，並以縣（市）長爲主任委員，建設局（科）長縣農會總幹事爲常務委員。

一、縣、（市）長。

二、議會議長或其代表一人。

三、有關農林改良場場長或其代表一人。

四、△△糧食事務所所長或其代表一人。

五、農業試驗分所所長或其代表一人。

六、△△山林管理所所長分所長或其代表。

七、水利會會長或其代表一人。

八、臺灣糖業公司△△總廠農務督處處長或其代表。

九、民政局局長。

十、建設局局長。

十一、合作室主任。

十二、縣農會總幹事。

十三、縣漁會總幹事。

十四、縣級有關各種農業生產合作社。

十五、省縣立農業學校校長。

十六、土地銀行分行經理或其代表。

十七、省合作金庫經理或其代表。

十八、專家。

本會開會時得由主任委員邀集有關機關人員列席。

第四條：本會之任務如下：

一、關於農業推廣之設計及計劃之協議聯繫事項。

二、關於農業推廣計劃之配合執行事項。

三、關於農家輔導及農林改造之推行事項。

四、關於農業推廣組織之建立督導事項。

五、關於農業推廣經費之籌劃建議事項。

六、關於農業金融之設計建議事項。

七、關於農業推廣新聞計劃之協議聯繫事項。

八、關於農會目的事業之聯繫配合事項。

九、關於其他有關農林畜牧增產事項。

第五條：本會置總幹事一人，秘書一人，辦事員若干人。雇員若干人及其他必須人員，均由縣（市）政府，縣（市）農會及其他有關機關職員中調在本會辦公。

第六條：本會每月開會一次必要時召開臨時會議均由主任委員召集之。

第七條：本會經常費由縣（市）政府及縣（市）農會分擔，至本會辦理本規程第四條第三款及第四款事項所需事業費得商請有關機關補助。

第八條：本會決議事項由有關主管機關逕行處理，其執行成果應提出報告，如果決議事項有變更時應先行報告本會。

第九條：本會委員均爲無給職，但得支給交通費。

第十條：本規程自公佈之日施行。

3. 臺灣省農業推廣中心組設草案

① 臺灣省各鄉（鎮區縣轄市）地方均設置農業推廣中心，辦理全鄉鎮區縣轄市農業推廣工作。

② 農業推廣中心由鄉（鎮區縣轄市）公所與鄉(鎮區縣轄市)農會共同組設之。

③ 農業推廣中心設於鄉(鎮縣轄市)農會內。

④ 各鄉(鎮區縣轄市)公所建設課有關農業人員及各鄉(鎮區縣轄市)農會推廣股職員均集中農業推廣中心工作但其薪津仍各自負擔。

⑤ 農業推廣中心設主任一人副主任一人，由縣(市)農業推廣委員會會議指定鄉(鎮區縣轄市)長或鄉（鎮區縣轄市）農會總幹事分別兼任之。

⑥ 公所及農會年度預算內有關農林畜牧推廣指導及文化福利經費均撥給農業推廣中心作爲辦理事業之用。

⑦ 農業推廣中心工作計劃及事業費預算應視地方需要予以編列報由縣農業推廣委員會核定後執行並轉報省農業推廣委員會備查。

⑧ 農業推廣中心之總務及會計事務均由農會各該主辦人員兼辦。

⑨ 農業推廣中心之設置計劃預算之編列及人員之講習均由省縣(市)農業推廣委員會輔導設計。

⑩ 農業推廣中心工作大綱農事務處理要點均另定之。

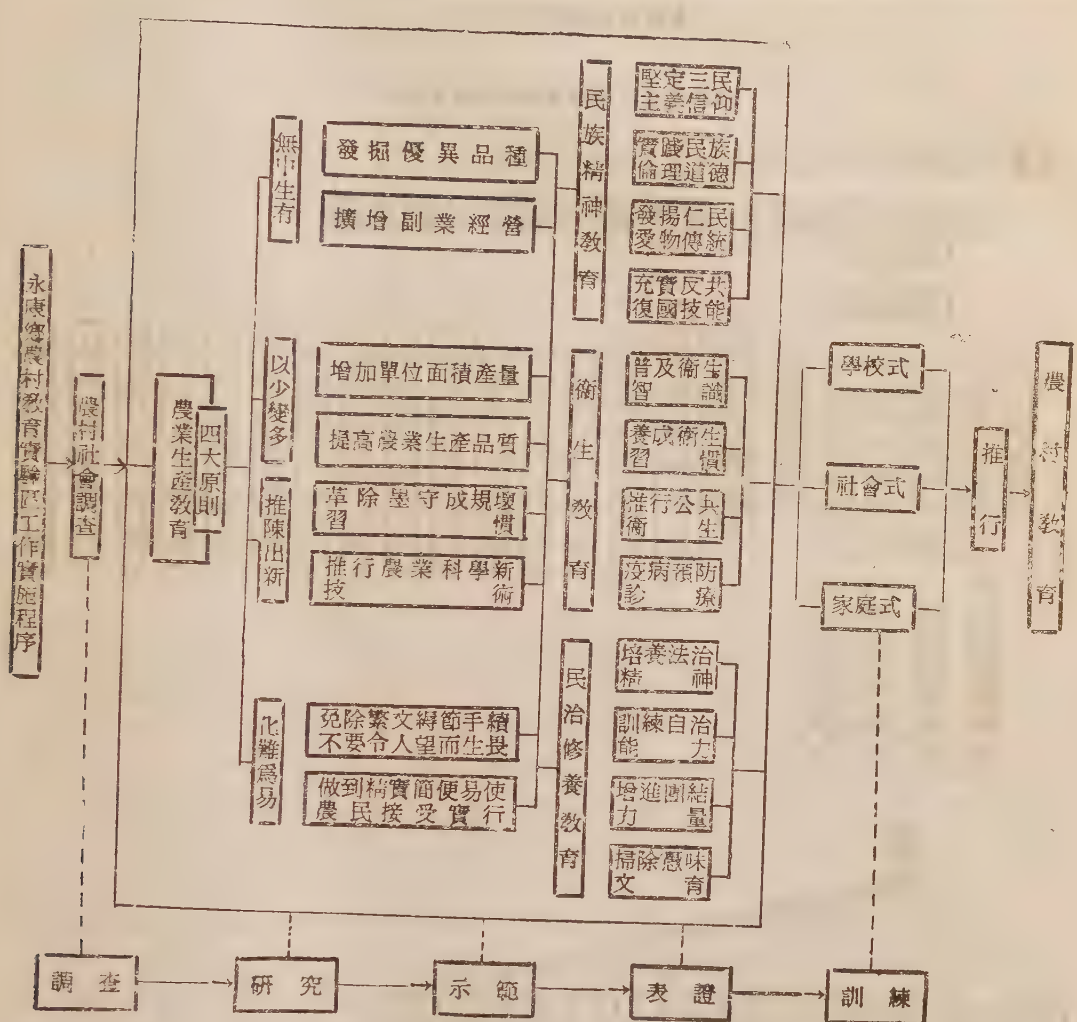
(四) 永康鄉農村教育實驗區(註十五)

臺灣省立臺南農業職業學校爲實施農業生產教育的各項訓練，並求發揮「教」「學」「做」合一的功能特於民國四十四年十月十日在各校所在地設置永康鄉農村教育實驗區，將試驗研究的成果，配合現代的農業生產科學，以示範方式和表證推廣到農村去，使農民能够接受新的農業技術與智識，藉以改良農業生產，增加農家收益，提高農民生活水準，繁榮農村。此項計劃可算爲目前臺灣農業教育與農村社會不發生接觸的情况下，開闢一條途徑，值得倡導。茲將計劃綱要簡述如下：

a. 推行農村教育的基本原則

創設農村教育實驗區的主旨，乃遵循政府對於當前職業教育的革改原則，以推行「社會中心教育」之理論爲根據，使農業職業學校施教之目標，與農村社會互相聯繫，與農民生活密切配合，以矯正學校與社會脫節，教育與實際生活分離的缺點，探求當地環境因素，以適應農村社會與農民生活之需要，將學校一切作業活動，爲改進農村社會之中心，而以農業生產爲基幹，使農業科學的理論與實際融會貫通。並將「教、學、做」合而爲一，然後學校中的作業，才能由示範作用，引起農民的注意，使其發生興趣，從表證的過程中，達到信服的目的，再誘導滿足其慾望，農民必樂於接受，則農業生產教育就推而廣了。

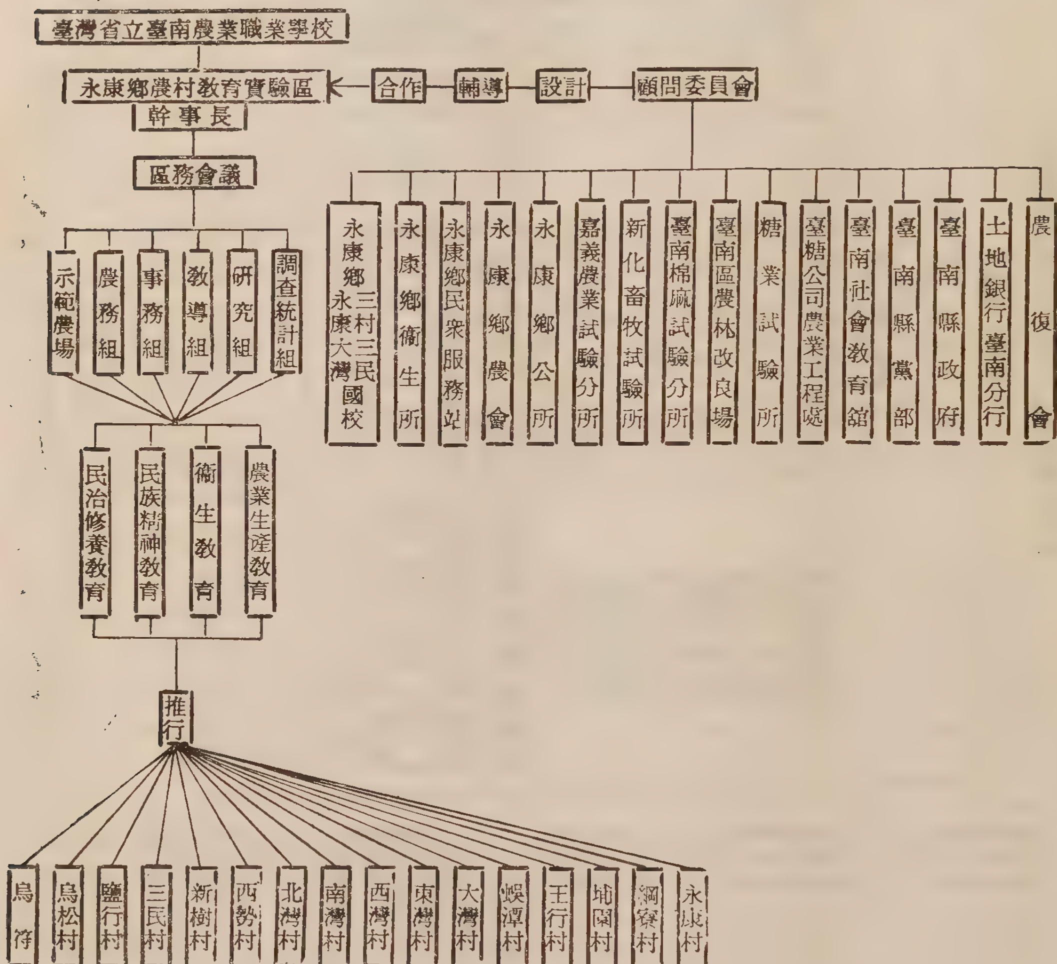
b. 實施程序



永康鄉農村教育實驗區工作實施程序
農村社會調查
農業生產教育
四大原則
無中生有
以少變多
推陳出新
化難爲易
發掘優異品種
擴增副業經營
增加單位面積產量
提高農業生產品質
革除墨守成規壞習慣
推行農業科學新技術
免除繁文縟節手續不要令人望而生畏
做到精實簡便易使農民接受實行
民族精神教育
衛生教育
民治修養教育
堅定三民主義信仰
實踐民族倫理道德
發揚仁民愛物傳統
充實反共復國技能
普及衛生智識
養成衛生習慣
推行公共衛生
疫病預防診療
培養法治精神
訓練自治能力
增進團結力量
掃除愚昧文盲
學校式
社會式
家庭式
推行
農村教育
調查
研究
示範
表證
訓練

臺灣農業推廣制度之研究

永康鄉農村教育實驗區組織系統表



六、結論與建議

1. 本省因爲辦理農業推廣單位過多，且每將農業推廣教育與農業行政混淆不淸，工作實施有透過農會辦理，有透過鄉鎭公所辦理，亦有同時透過農會與鄉鎭公所，業務難免重複。在省級方面先無法按農業推廣教育和農業行政劃分的原則辦理，使鄉鎭執行單位更爲困難。考其主要癥結，就是因爲農業推廣制度未臻完善，此已爲各方人士所共同瞭解的，因之曾於四十四年間聘請美籍農業推廣專家卜普（J.D。pe）氏來臺研究臺灣農業推廣制度問題，並與省內各農業專家經數月之研究，咸認爲多頭分立的推廣系統實有統一必要，同時建議先成立各級農業推廣教育輔導委員會，邀集所有有關機構代表爲委員，以輔導農業推廣教育之推行並促進各有關單位之聯繫爲宗旨。（註十六）該會開會時以農林廳廳長爲主席。繼此之後，臺灣省政府爲實施農業推廣教育特訂定一「臺灣省農業推廣教育實施辦法草案」按原辦法之要點：第一對於各有關機關之聯繫規定：臺灣糖業公司，公賣局等公營事業機構及各有關機關社團年度事業計劃及預算編列有關農業推廣教育補助費者應透過各級農會統籌辦理。（註十七）第二籌集農業推廣教育經費規定爲：「各級政府應編列農業推廣

教育經費，其每年之最低數額如下：一、每一鄉鎮公所一萬元以上，二、每一縣市政府五萬元以上，三、省政府八十萬以上（由農林廳糧食局分別籌撥）。（註十八）第三，與研究教育機構之配合規定：省縣市執行機關應設置或請主管機關及農業試驗改良或教育機關，派員擔任推廣技術專員，隨時供給其他推廣人員有關推廣教育最新智識與技術協助，解決有關困難問題與訓練講習工作上等，均係針對本省農業推廣制度的缺點，在不急劇變更的原則下希望逐漸使農推教育走上軌道。可是該辦法自經省農業推廣教育輔導委員會審議小組修正之後，呈送省政府各有關廳處會稿，據云因爲種種法令限制尚未獲得公佈施行，作者認爲要想儘速完成農業推廣法制並順利推行的話，第一必須先將省輔導委員會的組織以農林廳廳長爲主任委員之規定改爲以省主席爲主任委員，開會時由省主席具名召集，若此一則足昭各有關單位的重視，不敢經常缺席，或隨便派遣一中下的人員到會簽名了事，二則可以免除某些法令因各機關會稿輾轉費時而耽擱推廣時機。第二是本辦法如要公佈，則其他有關機關的辦事細則亦須同時予以修正，這樣才可以避免某些機構藉口或推諉責任。第三是應由政府明白規定將推行與協助農業推廣的成績列爲機關首長主要考績之一。

2. 根據農業推廣教育實施辦法之規定應設立主管機關，執行機關，輔導機關三種，主管機關在省爲省政府，在縣市爲縣市政府。輔導機關爲各級的農業推廣教育輔導委員會，執行機構在省爲省農會，在縣市爲縣市農會，在鄉鎮爲鄉鎮農會，各級執行機構除經常與輔導機構取得密切作聯繫外，作者認爲在省農會的推廣組與縣市農會的推廣課內應分別設立糧食作物，特用作物，園藝作物，畜牧生產、漁業、森林、水利、機耕、家政、青年等組（組可視地方需要隨時增減）各組所聘專家可由現有各級農林試驗，教育機關中遴選學識淵博熱心爲農民服務之各專家學者擔任，且每組至少需有當地農業院校及試驗機構專家 1—2 人以上參加爲原則，每半月或一月開會一次，彼此交換意見，以便在討論中使教學者瞭解目前農村中所需要的是那些問題與各試驗機構所做是什麼工作，試驗方法是否合理。而試驗人員亦可知道農民目前亟須解決的是那一種問題，對試驗工作的先後緩急有所取捨，並且對試驗程序能否合乎科學原理亦可詳加研討，至推行機構之推廣人員每次將農村攜回的新困難問題反映出來，讓教育與試驗機構的專家加以研究，並且將經過研究試驗的成果向廣大的農村傳播，同時還要把每次討論的結果作成記錄，以最淺明的文字印成定期刊物廉價發售各級農業推廣人員及各農業院校與中等農業學校學生閱覽，如果能喚起現有農科大專學生二五〇〇人，（註十九）與遍佈全省各地 41 所農業職業學校五二六位農科教員二三、三三一農校學生（註廿）對農業推廣的認識與興趣，願意爲推廣工作効力，不但可以補救目前農業推廣人才的不足，還可利用各地農業學校的現有設備來教育或訓練農民使農業學校施教的目標與農村社會互相聯繫，與農民生活密切配合，以矯正學校與社會脫節，教育與實際生活分離的缺點。

3. 農業推廣可以說就是一種教育，其與學校教育不同的地方，即在形式上沒有固定的課室，課程，以及教員，學生，畢業年限等的規定，而是以社會爲範圍，以全體農民爲對象，以農場農家爲中心，以農民的實際需要爲教材，以改善農民整個生活爲最終目的，所以一切推廣活動，最好採用啓發方式，由農民自發自動地由下向上展開，且要隨時代的需要用合理的方法指導農民接受農業上的新智識、新技術、新方法、新材料，改良生產，加工，貯藏，運輸與銷售，使農民獲得更多的收益。對農家婦女應着重於提倡農家副業，改良家庭衛生與保健以及子女的教養方法等以增進家庭幸福；對農村青年則應有四健會(4H-Club)的組織，加強農村男女青年心、身、手、腦的訓練，使能成爲未來的農民領導者。但本省的農業推廣因爲制度尚未建立，推行某種業務，往往依賴行政力量，由上而下地傳達下去，在外表上看好像滿有成績，而實際上農民多處被動地位，似是不但不能發生很大的效果，更難期望推廣工作在農村中生根。次則本省的農業推廣多集中精力於改良種籽的推廣，耕作技術與肥料的推廣，其工作偏重於求生產量的增加，而忽視了好何提高農家收益，增進農民福利，因此作者認爲在推廣法規公佈之後，執行機構首須瞭解農業推廣不但是要謀求全體農民有較好的農事(Better farming)還要有較好的經營（Better business）與較好的生活（

Better living）。而推廣工作者決不是將農業推廣的材料，送到農民家裡即算達成任務，諸如農民接受推廣材料之後，是否增加農家收益，增進農民福利，改善農家生活，均是推廣人員的工作範圍。

七、附　　註

（註　一）本法規係民國十八年六月由農鑛部，教育部，內政部會同公佈，民二十二年三月廿九日由教育、實業、內政三部修正公佈，並經國民政府核准，通令各省政府遵令辦理的，雖然逾時廿餘年，其中已有若干條文，不合目前需要，但却是我國最重要且最先公佈的法規。

（註　二）見 Proceedings of the Firet east Asian Extension Workshop 該會議於民國四十四年二月在菲律賓舉行，計參加有臺灣、日本、泰國、印尼、韓國、菲律賓等，我國由金陽鎬，馬有岳等代表出席。

（註　三）見 Lincoln D. Kelsey 著 Cooperative Extension work 張研田、吳裕元、林寶樹譯。

（註　四）省農林廳農業推廣新聞小組，近聞省方會議通過，改為農業推廣科，正送省府審議作最後決定中。

（註　五）見農林廳編印之臺灣農會年報。

（註　六）見臺灣農業推廣教育實施辦法草案。

（註　七）見臺灣省農業推廣教育考察報告。

（註　八）仝上。

（註　九）見臺灣省省農會人員講習所簡報。

（註　十）農林廳之臺灣農會年報44年版省農業推廣組人數 25 人佔 16.13%縣農會145人佔 22.17%鄉鎮（市區）計706 佔 12.2% ，自 45 年後實施農農推廣教育迄現在計增聘農事指導員195 人四健指導員 103 人，家政指導 66 人未計在內。

（註十一）見臺灣省鄉（鎮、區、縣轄市）農會生產指導事業費募集辦法。

（註十二）見中國經濟 79—81 期陳霖蒼著稻米增產與農業推廣教育。

（註十三）見民國四十三年三月國民大會第二次會議提案。

（註十四）見中華農學會十一期宋增榘著臺灣省農業推廣制度的改進。

（註十五）見滕詠延著臺灣省立臺南農業職業學校設置永康鄉農村教育實驗區計劃綱要。

（註十六）見臺灣省農業推廣教育輔導委員會組織原則第一條。

（註十七）見臺灣省農業推廣教育實施辦法草案第十六條。

（註十八）見臺灣省農業推廣教育實施辦法草案第十三條。

（註十九）見 47 年教育部教育統計。

（註二十）見教育廳編印之今日臺灣的農業職業教育。

八、英文摘要(Summary)

1. Agriculture Extension should be closely connected with Agriculture Education and Agriculture Reacarch, because Research enables us to solve thedifficult problems and discover the new thigs then the foundation of Agricultural Improvement can be set ; meanwhile Agriculture Education hands down the teaching to posterity, fosters talents ; whereas Extension spreads the result of Agricult ural Improvement, promotes welfare of the majority of farmers and many actual problems can be got to be used as Research information then the beneficial outcome of Research and Educations would be more significant. Therefore, the three should be closely connected and be treated as equal importance.

2. From the standpoint of different levels of Agriculture Extension organization, every system is sound. But from the standpoint of cooperaton between all same level organizations the relationship among them is not connected closely enough. So that the system of whole Extension organization has so many agencies with equal levels and it becomes too much complicated. Hence, farmers always get the different sponsorships. It makes them confusion, and the result is that farmers have little faith upon the improvement work of their governement。

3. Three Colleges in Taiwan are responsible for Agriculture Education, wherein there are about two thousand students. There are also 41 Agriculture vocational schools spread all-over the island. All those vocational schools have 526 Teachers and 23,331 students. And there are, also 14 units of Agricultnre experiment organizations. Unfortunately they do not have a close relationship and co-operation among them. Therefore the fruit and the force of Agriculture Extension are rduced. It is necessary to rectify this shortcomings immediately。

4. Agriculture Extension work in Taiwan is carried on from the high level organization down to the low level organization through provincial, prefec tural (municipial) Governments and Hsien-chen offices down to Chaun-Li offices or through provircial and prefectural (municipial) farmers' Association down to small Agriculture unit. And it unduly esteem the direction of government policy. Extension work is carried out by administrative power. There were very few instances that farmers according their own need, requested governemental Agricultulture improvement organization to improve the staff which they wanted. So that Agriculture Extensions fund at present comes from governemnt or JCRR on subsidy basis. This fund collected from farmers in the name of production instruction fee is very limited。

5. In looking at the above-memtioned shortcomings of so many dividing

Agricultnre Extension agencies, it is earnestly requested that a plan for improving and strengthening Agricultue Education has been made in 1955 and an organization called Taiwan Agriclture Extension and Education Aid commettee was set up having 17 members representing certain governmental organizations. They ever drew up the methods of Taiwan Agiculture Extension and Education which includs 8 Chapters 24 sections. The purpose is strengthening Agriculture Education and promoting the relationship among organization concerned through the sound organization of three classes of farmers' Associations. And the draft copy has been submitted to Taiwan provincial governement for two years already, and it is said because the contradiction between fund regulation of that draft copy and regulation of provinciaal Department of finance. So that our government can not proclaim the draft copy and puts it into effect.

鉀肥對於香蕉生產效果之研究（第二報）

Studies on the Effect of Potassium Fertilizer upon the Production of Banana(Second Report)

朱　長　志　　范　念　慈
Chang-chih Chu & Nien-tze Fan

一、緒　　論

本試驗自 1955 年 4 月 10 日開始，已於 1956 年 4 月獲初步結果（見第一報）。續留第一次吸芽成長後，於 1956 年 9 月被颱風吹毀，僅得到生長之記錄，於當年又重新留第二次吸芽、於 1957 年 9 月獲得結果後，續留第三次吸芽，於 1958 年 7 月又被颱風吹毀。因已獲得四次生長上顯著之差異及二次結果之記載，故此試驗即此結束，其尚有須進一步研究之問題，容以後再分別進行。謹將所得結果報告如次。尚盼農界先進有以指正，本試驗蒙本院教授盛澄淵先生之指導及化學肥料服務社之資助，始克順利進行，銘感之餘，特此致謝。

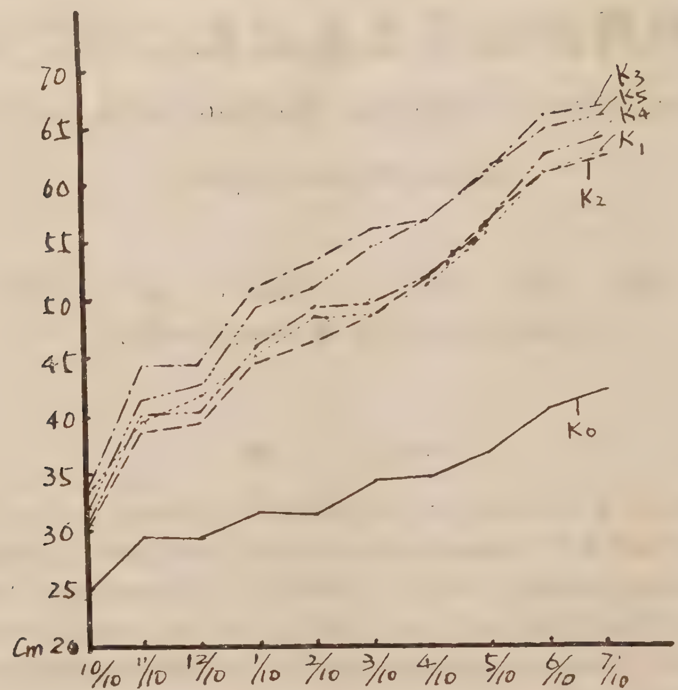
二、試驗方法材料及結果

試驗材料與方法與第一報，茲將第二次及第三次吸芽生育調查之結果，詳列如次：

A.　假莖莖周增大狀況

a　第二次吸芽（1956 年 9 月 10 日留芽）

調查年月日	NPK_0	NPK_1	NPK_2	NPK_3	NPK_4	NPK_5
1956 年 10 月 10 日	24.02cm	33.30cm	30.23cm	34.04cm	30.66cm	32.02cm
1956 年 11 月 10 日	29.61	39.61	38.83	44.14	40.07	41.45
1956 年 12 月 10 日	29.49	41.92	39.54	44.62	40.12	42.85
1957 年 1 月 10 日	31.47	43.18	44.47	51.07	46.28	49.25
1957 年 2 月 10 日	31.33	48.30	46.45	53.16	49.33	51.06
1957 年 3 月 10 日	34.14	48.80	48.57	56.06	49.59	54.76
1957 年 4 月 10 日	34.56	51.07	51.85	56.73	51.85	56.83
1957 年 5 月 10 日	36.54	55.45	56.54	60.99	56.14	60.85
1957 年 6 月 10 日	40.05	60.71	60.64	65.61	62.00	64.30
1957 年 7 月 10 日	42.04	62.70	62.01	66.23	63.88	65.53

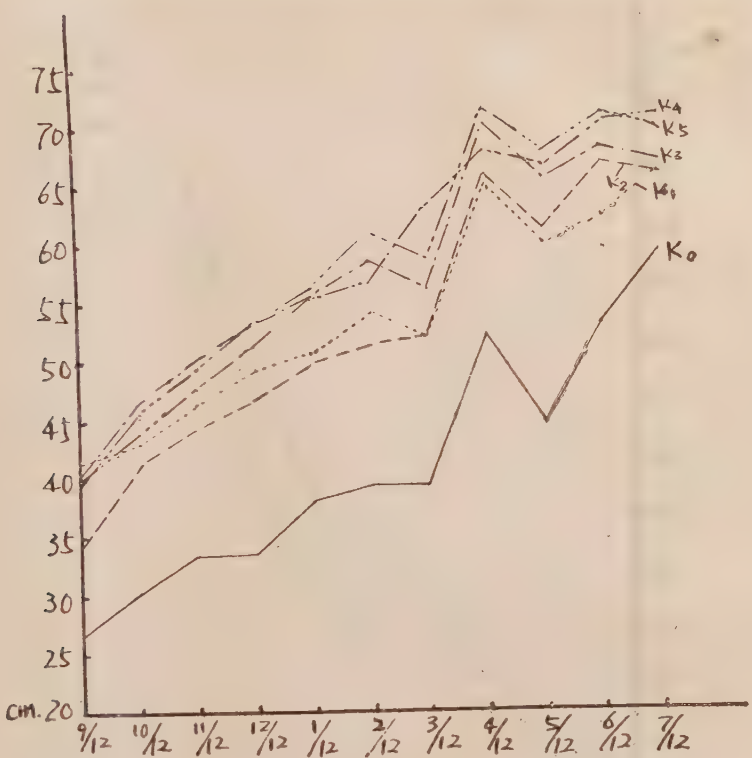


鉀肥對香蕉第二次吸芽假莖莖周增大比較圖

b. 第三次吸芽 (1957 年 8 月 10 日留芽)

調　查　年　月　日	NPK_0	NPK_1	NPK_2	NPK_3	NPK_4	NPK_5
1957 年 9 月 12 日	26.94cm	41.52cm	34.57cm	40.45cm	39.95cm	39.21cm
1957 年 10 月 12 日	30.51	43.19	41.07	46.29	43.98	45.85
1957 年 11 月 12 日	33.76	46.56	44.26	50.21	48.09	49.69
1957 年 12 月 12 日	33.93	49.63	47.03	53.22	51.53	53.69
1953 年 1 月 12 日	38.12	51.01	50.02	55.85	55.88	56.56
1958 年 2 月 12 日	39.67	54.32	51.91	58.86	56.96	61.18
1953 年 3 月 12 日	39.17	52.33	52.38	56.59	63.36	59.03
1958 年 4 月 12 日	52.47	65.19	63.17	70.77	68.34	71.91
1953 年 5 月 12 日	45.06	61.26	61.81	66.05	66.90	68.91
1958 年 6 月 12 日	53.39	62.83	67.36	68.84	70.54	71.43
1953 年 7 月 12 日	53.64	66.33	66.49	67.63	71.23	70.74

註：於 1957 年春每株施堆肥 3kg (由施用量中減除其三要素量)

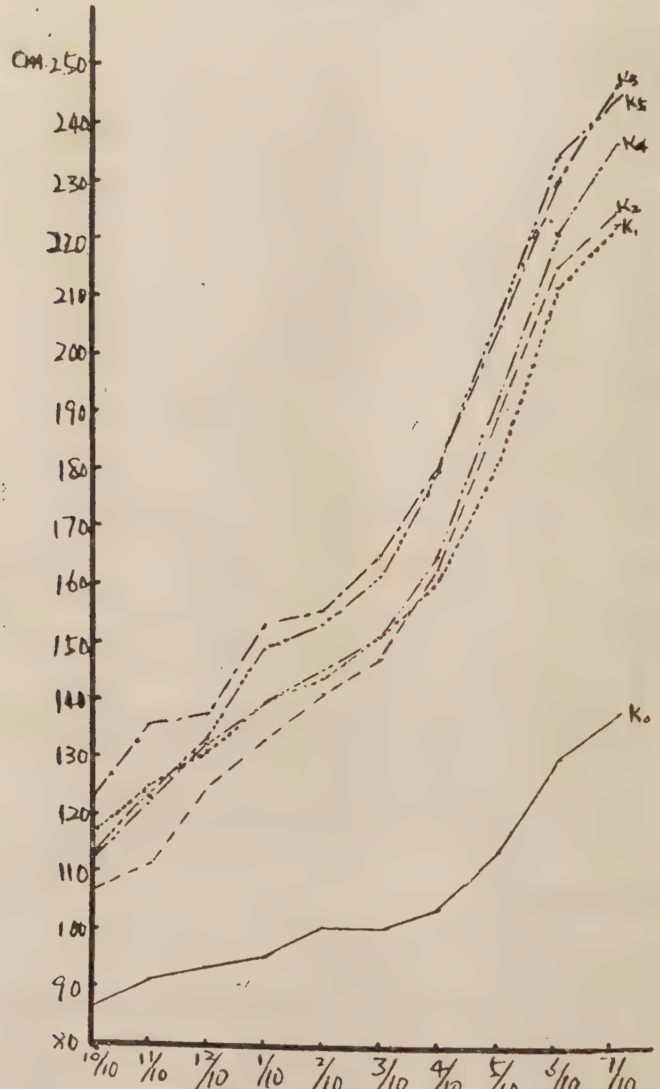


鉀肥對香蕉第三次吸芽假莖莖周增大比較圖

B. 假莖高度增加狀況

a. 第二次吸芽 (1956 年 9 月 10 日留芽)

調 查 年 月 日	NPK_0	NPK_1	NPK_2	NPK_3	NPK_4	NPK
1956 年 10 月 10 日	86.92cm	117.38cm	107.19cm	123.45cm	113.00cm	113.80cm
1956 年 11 月 10 日	90.97	124.47	117.56	135.35	122.09cm	123.66
1956 年 12 月 10 日	93.47	131.14	124.26	137.47	131.04	132.54
1957 年 1 月 10 日	95.42	139.80	133.17	152.35	139.09	148.59
1957 年 2 月 10 日	100.47	143.66	140.99	155.52	144.94	153.33
1957 年 3 月 10 日	100.52	150.66	146.66	164.99	150.67	161.57
1957 年 4 月 10 日	106.47	160.13	162.14	181.56	164.37	179.04
1957 年 5 月 10 日	115.28	181.11	191.11	204.52	192.92	211.42
1957 年 6 月 10 日	131.66	211.92	215.78	230.11	220.83	234.66
1957 年 7 月 10 日	139.09	222.42	225.19	246.65	237.19	244.47

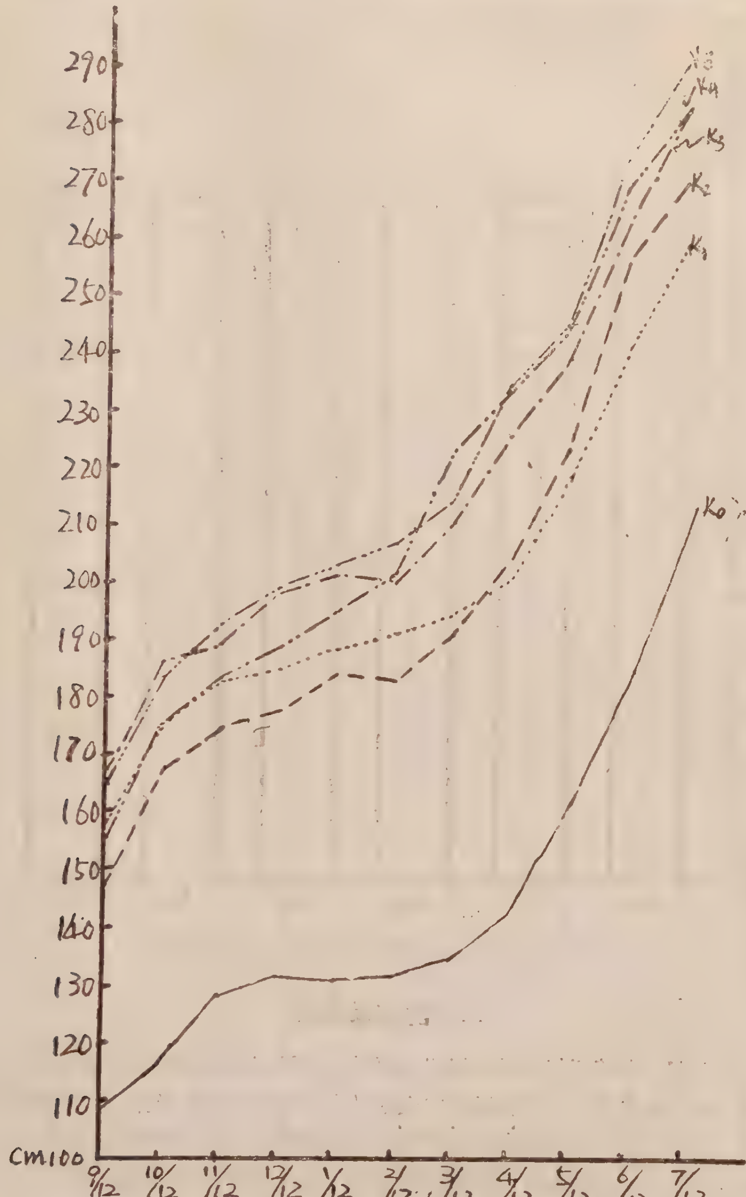


鉀肥香蕉第二吸芽假莖高度增加比較圖

b.第三次吸芽(1957 年 8 月 10 日留芽)

調查年月日	NPK$_0$	NPK$_1$	NPK$_2$	NPK$_3$	NPK$_4$	NPK$_5$
1957 年 9 月 12 日	109.06cm	157.72cm	147.36cm	166s83cm	155.57cm	164.34cm
1957 年 10 月 12 日	116.34	174.77	167.40	183.19	175.14	183.75
1957 年 11 月 12 日	127.93	183.26	174.57	189.07	183.55	192.41
1957 年 12 月 12 日	131.38	185.04	178.03	198.33	189.12	198.54
1958 年 1 月 12 日	130.64	183.49	184.03	201.65	195.27	203.39
1958 年 2 月 12 日	131.25	191.57	183.69	200.47	193.83	207.03
1958 年 3 月 12 日	134.24	194.72	183.95	203.79	201.48	213.34
1958 年 4 月 12 日	143.39	201.64	204.69	223.52	223.34	234.55
1958 年 5 月 12 日	162.26	219.53	224.07	239.60	244.78	245.29
1958 年 6 月 12 日	185.62	240.15	256.33	263.35	269.55	274.09
1958 年 7 月 12 日	214.63	259.69	263.30	233.74	283.99	291.32

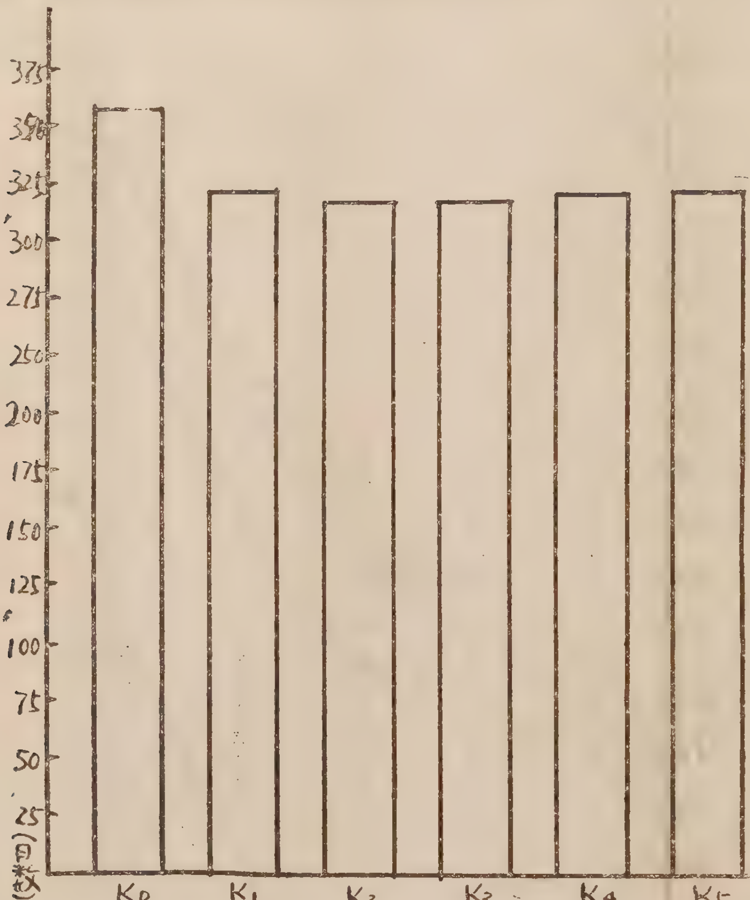
註:於1957年春每株施用堆肥3kg(由施用量中減除三要素量)



鉀肥對香蕉第三次吸芽假莖高度增加比較圖

C. 抽穗及結果狀況 (1956 年 9 月 10 日留芽)

區別 \ 抽穗及結果	各區平均抽穗日數	各區每株平均產量 (kg)
NPK_0	357.45±25.98	○
NPK_1	321.70± 6.86	11.48±2.93
NPK_2	316.61±13.29	13.83±4.61
NPK_3	316.33±11.77	14.36±4.00
NPK_4	319.33± 4.93	15.64±2.32
NPK_5	320.15±15.87	18.86±5.27



鉀肥對香蕉第二次吸芽平均抽穗日數比較圖

三、討論及結論

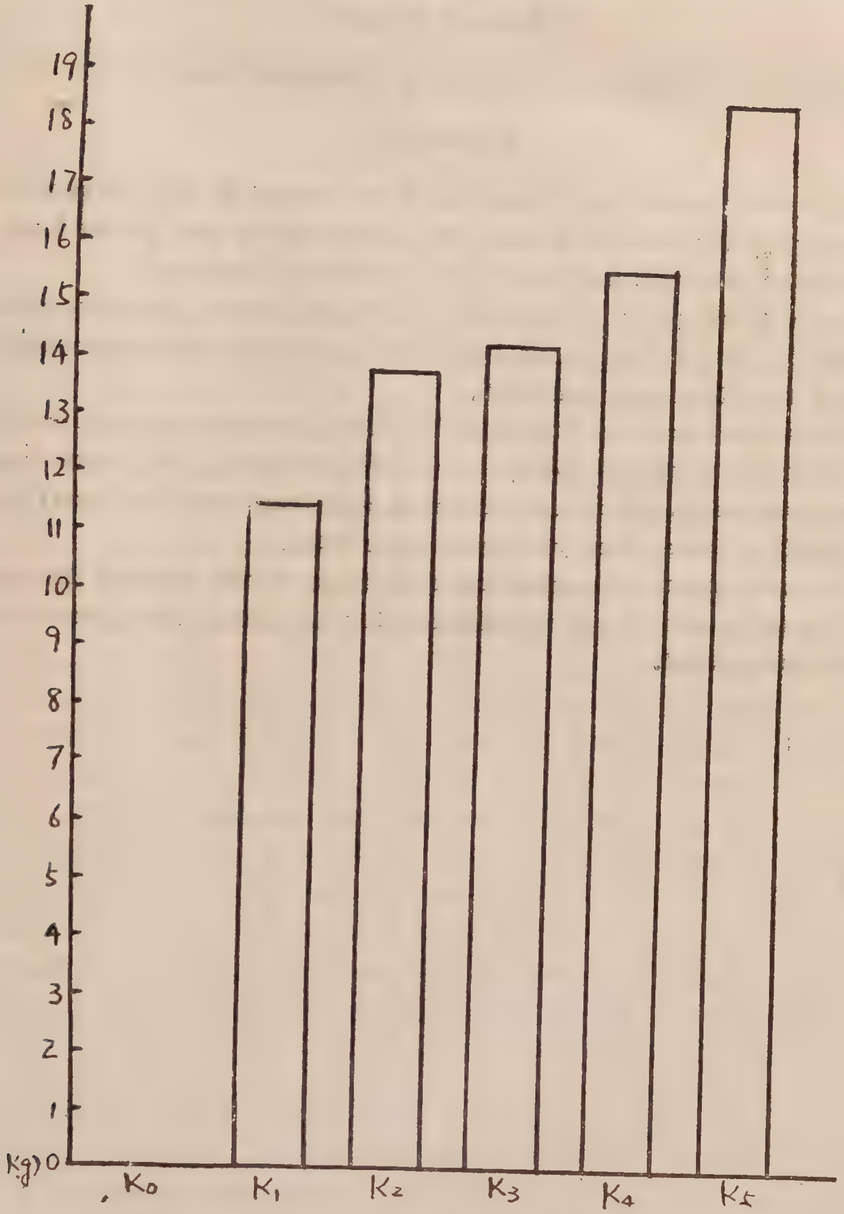
此次試驗歷時四載，玆將逐年試驗結果詳加研討，均足以證明鉀肥對香蕉植株之發育及產量之影響，至爲顯著。在初植之苗（此時試驗區之土地仍含有少量之鉀）及第三次所留吸芽（施用少量堆肥植株之發育，其適量施用鉀肥者較不施鉀肥者，假莖肥大增加 10-20% ，假莖高度之增加10_30%，但在第一二次吸芽其適量施用鉀肥較不施用鉀肥者，假莖肥大增加至 30-50%，高度增加至57.14-75.25% ，此因不施鉀肥其原含有者殆已用盡，，故有如此顯著之差異。至於抽穗之情形，平均可提早 1-2月，而結果之情形，初植者不施鉀肥尙可有相當之收穫，但至第二次吸芽時，則完全無收穫，而施用鉀肥者，其產量隨鉀肥之施用量成正比增加，其產量高者，可達 20kg 以上。

由此次試驗足資證明，香蕉之生繼雖在氮肥及磷肥充分供給之下，如鉀肥完全缺之，則必無所收穫，如同時施用鉀肥，則由施用鉀肥量之增加，香蕉產量亦隨之成正比增加。

據初步果實分析之結果，其品質亦因鉀肥施量而有所增進。果實貯藏力之測定，亦因鉀肥而有增進。

四、摘　　要

1. 鉀肥有增進香蕉假莖肥大之效果，在第二次吸芽適量施用鉀肥較不施用鉀肥者，可增加 57.14%。



鉀肥對香蕉第二次吸芽每株平均產量比較圖

2. 鉀肥有增進香蕉假莖高大之效果，在第二次吸芽適量施用鉀肥較不施鉀肥者，可增加 75.25%。

3. 適量施用鉀肥可以使香蕉提早抽穗，較不施鉀肥者，平均可提早1-2月。

4. 在第二次吸芽，其不施鉀肥者，完全無收穫，而施用鉀肥者，產量隨鉀肥用量成正比增，高達 20kg 以上。

5. 適量施用鉀肥可增進香蕉果實之品質及貯藏。

Studies on the Effect of Potassium Fertilizer upon the Production of Banana

(Second Report)

Chang-chih Chu & Nien-tze Fan

(Summary)

This report is continued from the first report of the potassium fertilizer experiment on banana plant. This experiment was carried out during the season of 1956-1958, and obtained a result as follows:

1. The well supplied potassium fertilizer second suckers showed an increase of 57.14% in thickness and 75.25% in length more than those when potassium fertilizer was omitted.

2. The second suckers had no yield as the potassium fertalizer was not used but for the supplied potassium fertilizer plant, the more potassium fertilizer was used, the more yield was obtained, and the well supplied potassium fertilizer plant yield was over 20Kg.

3. The well supplied potassium fertilizer plant showed the bunch of banana emerging one to two months earlier than that which potassium fertilizer was omitted.

The Horticultural Asqects of Dormancy

Pen-Hsiang Li.

Introduction

In plants, periods of growth by elongation alternate with periods in which no such growth takes place. This state of outward inactivity has been indicated as "dormancy". There is no agreement as to the use of definition; some use both as synonyms.

There are many cases of dormancy; they may be classified into three groups. In the simplest case, growth inactivity is imposed by the environment, i. e. by drought or cold, and disappears as soon as conditions become favorable again. This group is called imposed dormancy. In the other cases the relation between growth and environment is less obvious, as the direct cause of the growth interruption lies within the plants. This cause may be an excess or a lack of substances that reach the dormant tissues from other parts of the plant. Lateral buds usually are inhibited by the growing terminal buds, which in turn often become inhibited by the leaves; flower buds may stay dormant because of a lack of organic nutrient matter. For these cases the general term summer-dormancy will be used. This dormancy can not be broken by a treatment that is limited to the dormant bud. In third group of phenomena the cause of dormancy is not systemic, but lies within the dormant tissue itself. This is the winter dormancy. Under natural circumstances it will disappear as a result of a period of low temperature, which is not the case in summer-dormancy.

Many authors do not make a clear distinction between the various types of dormancy. In a bud, winter-dormancy is always preceded by summer-dormancy and often followed by imposed dormancy; these phases overlap, and it is difficult to establish just when they begin. Yet at the moment the evidence suggests that they are caused by different physiological processes, so the classification may have more than just practical value. It should be stressed, however, that very little is known about these processes as yet.

Dormancy is generally associated with the suspension of visible growth. One can not describe this state merely as a "suspension of growth" because even during rest a slow but continuous growth takes place in the bud. Cambium growth, which is not visible to the unaided eye, represents the end of dormancy of this tissue, and would have to be mentioned specific-

ally in an all-inclusive definition of dormancy.

Specific Introduction

Winter-dormancy may be looked upon as an adaption to a cold season. It does not occur in the tropics, but is almost universal in woody plants of the cold temperate zone ; and, however, it varies in intensity from species to species. Winter-dormancy is extremely deep, that is, hard to break, in Fagus Quercus and Fraxinus, and light in the Lilac and Apricot. Not all buds on the plant are in the same state of dormancy. Flower buds are often easily aroused. There are also differences between the vegetative buds of one plant. For example, in Syringa vulgardis small buds develop more easily than the large ones. With the deciduous trees, the winter-dormancy begins some time after length growth in summer has ceased and differentiation of the buds have taken place. At about the time of the leaves fall the buds are in a deep state of dormancy, from which they do not emerge until they have undergone a sufficient amount chilling of winter.

It appears that the winter-dormancy condition is largely confined to the aerial parts of the tree, more especially the buds and shoots ; apparently the roots no fixed winter-dormancy in their growth cycle. Nature's way of removing the winter-dormancy influence is by the low temperature during the deep dormancy, such as during the winter months, althought other conditions such as heat may have similar but not quite as effective results. If the trees are not sufficiently chilled to the degree and for the period required by the particular species and variety, the tree remains dormant or partially dormant in spring and summer in the next year, when the conditions are favorable for growth. This is that we are called prolonged rest.

Applied physiology

Horticulturists have always been interested in the rest period, particularily in connection with the forcing of the greenhouse plants. It is only rather recently that Weldon recognized that unfullfilled chilling requirement, causing prolonged rest, may represent a serious problem under outdoor orchard conditions.

The "depth" and "length" of the rest period varies very widely with different plants, even within the same genus. Thus, for example, the plum or prune (Prunus domestica) has a long resting period from early October until March, and during the early part of this period the rest is very "deep". Hence, the plum is not easily forced until December or latter. The peach (prunus persica) , on the other hand, has a relatively short period of dormancy and may be forced into growth again by warmth very

soon after it has shed its leaves. In warm temperature climate, outdoor peaches are started into growth by an unusually warm spell in December or January and the new growth then killed by later frosts. A plant has a normally short period of dormancy or its dormancy is not deep, it is clearly that is suitable for early forcing by ordinary methods.

The degree of cold required for breaking rest seems to be limited by a threshold value below which any temperature will have a similar effect with respect to break the rest period, wrile, sobviously, very low temperatures may also retard development during this resting period. Such as Weldon found, for peaches, that this threshold temperature lies between 9.6°C. and 9.8°C., average mean temperature for the two coldest winter months. While Hutchins concluded that 7°C. was the threshold temperature for the peach buds. But, however, these results are being applied uncritically for other species which seems hardly permissible. Such as Villiers found the threshold temperature for chillying of different fruit species may lie below 9°C. and as high as 12°C for almond.

The chilling requirement in number of hours at or below 7°C. required to terminate rest has determinateed for a large number of varieties. Frequently, greater differences in chilling requirement have been found among varieties of the same species than among various species. Thus, among the blueberry varieties (Vaccinium spp.) the chilling requirement varies from 260 to over 100 hours. The Saucer (Peen-to)peach only requires 200 hours, aud while the Mayflower peach blossom buds need 1150 hours, and while the European grapes (Vitis vinifera) are known to have a low chilling requirement, that the Concord (Vitis labrusca) has been shown to require as many as 3500 hours.

The prolonged rest has been recongnized in most warm area, as far as to the northern coast of Black sea and as far as to the southern of Autralia. In thoses regions, after a warm winter, chilling requirements greatly affect the date of the bud opening. Species and varieties with a lesser chilling requirement will open earlier. In addition, even on the same tree the flower buds which has a lower chilling requirement, will open much earlier than the vegetative buds and the terminal vegetative buds owing to the polar inhibition will open earlier than the lateral vegetative buds. Both flower and vegetative buds on the least vigorous branches open soonest. It is clear that the prolonged rest resulting prolong the period of foliation and bloom.

The Injourous Effects of Prolonged Rest

(a). Excessive shedding of flower buds

This is one of the worst features of prolonged rest, especially with the peach, apricot and to a lesser degree the Oriental and European

plums. The pear is less affected and the apple least of all in the deciduous trees. Most of the flower buds are shed during few weeks preceding blossoming. In sever cases peach and apricot trees may lose as many as 90-100 per cent of their flower buds in this way, resulting in well-high a total crop failure. This type of bud drop is different to the ordinary shedding of excess buds by competition for nutrients and moisture, as it is preceded by a necrotic condition developing in the flower within the bud. The stamens are usually affected at an earlier stage than the pistils. In advanced stages of injury the entire flower is dead and shrunken and lies free in the cavity formed by the bud scales, abscission frequently taking place in the pedicel region. Sometimes some of the inner scale leaves may also absciss at this stage. The buds do not drop immediately, but remain attached to the shoot until an abseission layer is formed at the base of the bud.

The symptoms of floral damage are not quite the same for all species. In the mixed flower buds of the pear the first stages of injury are confined to the outer scales, which absciss at their bases and flare open. At a later stage the terminal flower in the cluster becomes discoloured, followed by all or some of the axial flowers, each usually abscissing individually. This type of damage can easily be confused with that caused by the pear bud mite, Eriophyes piri, Pag. (Stubbing 1947) .

(b) . Blossoming and Fruit Setting

The prolonged rest resulting is that the blooming perid protract. The flower and the fruit various stages of development is being present on the tree at the same time. After inadequate winter chilling, the rest influence tends to disappear at a very slow rate and not equally fast in all buds. This may be due to difference in location of the buds on the tree with respect to solar radiation, but it could not be the only cause. Even budson on the same shoot may differs.

Consquenty in their time of emergence, near pruning wounds the buds are usually quicker to start. On vigorous shoots the buds enter the rest period late and also resume growth later than enter on dwarf shoots or spurs. This irregularity of bloom is more evident on apple and pear than on peach and apricot. When blossoming extends over a long period many of late flowers fail to form fruit, causing on overall low set. The result must be a low crop yield.

(c) . Fruit Quality

An add effects of prolonged rest is the loss of quality in the crop. Often the size is lacking, due to the paucity of the leaf surface.

(d) . Vegetative growth

In constrast to the fruit buds the leaf buds are not usually damaged or shedded when their rest is abnormally prolonged. However, a large pro-

portion of the leaf buds may as a result remain dormant through out the growing season, causing a defficiency of vegetative growth and of leaf surface on the tree.

Factors Associated With the Breaking of the Rest Period

(a). Temperature

It is popularly known that the begining of the rest in trees and shrubs of temperate area is due to the graduale reduction in temperature with the coming of winter. Therefore, we know the temperature which has some relation to break the rest. Mulbr-Thurqua was the first to claim that low-temperature storage could lead to an early breaking of rest in the case of potatoes. While the high temperature storage was more effective. Thus Loomis showed that storage dormant potato tubers for one month at 30°C. resulted in an earlier and more complete germination than low temperature or air temperature storage. Molisch was the one of the first to claim that high temperature could break dormancy. He showed that the immersion of the shoots of a dormant shrub in water at 30°C. to 35°C. for some hours resulted in much earlier growth. Cathy showed that the effect of temperature and time on the ending of winter dormancy in Forsythia with branchesot deepest winter dormancy (late October, November) 12 hours at 30 C. gave the maximum percent of flowers to develop. Treatments longer than 12 hours killed the flower buds and vegetative growth occured. Treatment less than 12 hours gave poor forcing action. In December and January, the optimum treatment was 3-6 hours, 3 hours respectively. Treatment longer the optimum always resulted in the death of the flower buds and vegetative growth. Higher temperature with shorter periods of time were effective in promoting the end of winter dormancy but the margine of safety became smaller as the temperature was increased.

(b). Moisture and Dessication

Smith found that storage of freshly-harvested potato tubers in moist sawdust led to an earlier growth than when the tubers were storaged dry. He found also that the effect of ethylene chlorhydrin was enhanced if the chemical treatment was combined with moist storage.

Partial dessication is often claimed to shorten the dormant periods of the rhizomatous bulbous plants and some shrubs. But, there is no certain evidence that drying procedures are a really breaking of dormancy.

(c). Light

Jost in 1894 showed that the buds of beech could be kept in the dormant state by darkness, and Klebs found that this dormancy could be broken at only time by exposing the plant to 24 hours of artificial illumination. But Klebs showed another oppsite manner of oak, remaining dormant in

ocntinuous light, but starting into growth after a period of darkness.

(c) . Chemical Treatment

One of the first successful attempts at shortening the rest period by chemical treatments was Johannsen, who showed the dormant shrubs to the vapours of ether or of chloroform, resulted in an early growth of the buds when the plants were planted in a warm greenhouse. Since then innumerable compounds both in solution and as gases and vapours have been experimented, and with a large number of chemical compounds have been found to be more or less effective in breaking dormancy. The degree of success obtained has varied with the kind of plant used, and even more with the time of application with respect to the begining of dormancy. A very large number of chemical compounds will induce earlier growth when the plant is near the end of the dormant phase, but the number which are effective when the dormancy is "deeper" becomes less and less with backward progression in time of application.

Any rest-breaking spray, applied at a time early in spring when there are still numerous buds in early stage, will affect only a small proportion of buds, of course, will open very early. While in this way delayed opening is prevented and may even lead to two separated periods of bloom and foliation on the same tree. Furthermore, it should be point out that if the spray is applied very early in the season, for example in January, damage may result, thus fewer buds will open on such trees than on the untreated tree. If the treatment is applied at an advanced stage, when most or all of the buds are already in late rest, susceptible to the stimulating action, uniformiting of bud opening will be attained at the sacrifice of earliness

The chemical compounds we may classify them into three groups. a. various salts, such as copper sulphate, sodium and potassium nitrate, potassium chloride, ammonium oxalate. b. oil sprays, such as plant or animal oils. This kinds of sprays have been found useful with species and variety having lighter rest. Oils of plant and animal origin were used, but laterly these have been replaced by mineral oils. The unsaturated compounds of mineral oils is more effective in breaking rest than the saturated compounds.

Practical Methods of Dormancy Breaking With Chemicals

Among the chemical compounds, the ethylene chlorhydrin and the sodium or potassium thiocyanate is the most effective and useful.

(a) . Pot plants : The pot plants are placed in a gas-tight chamber, usually towards the end of November or in early December, if it is desired to forcethem for Christmas. About one pint of commercial 40 per cert of eth-

ylene chlorhydrin per 200 cubic feet of space in the gassing chamber, is soaked up a large piece of cheesecloth, and this is suspended from the roof of the chamber. An electric fan within the chamber assists evaporation. The plants are exposed to the vapour for 24 to 48 hours and then remove to a warm greenhouse, where they receive normal forcing treatment.

(b). Potatoes: Three methods are avaliable in this case. 1. The tubers are cut into pieces each containing one eye and are then placed in a large jar and covered with a solution of 500 c.c. of 40% ethylene chlorhydrin in 1 litre of water. The solution is immediately poured off and the jar inverted and shaken to remove the excess of solution. The jar is then closed and kept at room temperature for 24 hours. After which the pieces are removed and planted. 2. The tubers, cut up as before, are soaked for an hour and a half in a solution of 10 grams sodium thiocyanate per liter. The pieces are then planted without removing the film of solution from the surface. 3. Whole tubers may be treated in a gas-tight chamber with the vapour of ethylene chlorhydrin in exactly the same way as for potted plants.

(c) Gladiolus corms: The outer brown husks of the corms are removed and the corms are placed in a large jar of about 4 litres Capacity, 10 c.c. of 40% ehtylene chlorhydrin is soaked up on a pieces of cheesecloth and this soaked cheesecloth is laid on the top of corms. The lid of the jar is sealed tightly and Whole left for two days, after which the corms are removed and planted in the boxes.

* * * * * * * * * * * * * *

Biliography

1. Samish, R. M., Dormancy in woody plants. Ann. Rev. Plt. Phys., 5: 183-204, 1954.
2. Black, M. M., The problem of prolonged rest in deciduous fruit trees. Rpt. 13th, Inter. Hort. Congr., pp. 1122-1131, 1952.
3. Cathey, H. M., Het verbreken van de winter rust bij Forsythia door warm water an chemicalien, Meded. Directeur Tuinbouw, 19: 763-773, 1956.
4. Chandler, W. H., Chilling requirement for opening buds on deciduous orchard trees and some other plants in California, Bull. Calif. Agr. Exp. Sta., pp 611, 1937.
5. Donoho, C. W., Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elbertapeach, Science, 126 (3284): pp 1178-1179, Dec., 1957.
6. Stoughton, R. H., Scientific Horticulture, 5: 23-115, 1937
7. Chandler, W. H., Influence of therest period on opening of buds of fruit trees in spring and on development of flower buds of

peach trees, Proc. Am. So. Hort. Sci., 30 : 180-186

8. Doorenbos, J., Review of the literature on dormancy in buds of woody plants, Medel. Landbouwhogeschool Wageningen. 53 (1) : 1-24, 1953.

9. Gardner, F. E., Composition and growth initiation of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature. Plt. Phys. 4 : 405-434, 1929.

10. Vegis, A., Formation of the resting condition in plants. Experment Station., 12 ; 94-99, Mar, 15. 1956

1. Waters, C. E., The resting period of plants. Plt World, 6 : 154-156, 1903.

園藝植物上的休眠

李　本　湘

中文摘要

一、休眠在植物生理過程上是一種生長中止的現象，許多學者對於休眠形式仍未能給予明確的區別，一般休眠形式分爲三類：(a) 僞休眠 (Imposed dormancy)，(b) 夏休眠 (Summer dormancy) (c) 冬休眠 (Witer dormancy)。

二、冬休眠可視爲對寒冷季節的適應，在熱帶不發生，而在冷溫帶之木本植物則殊普遍。其休眠期的深度及長度視植物種類而異，而於冬季休眠時給予低溫爲移去冬季休眠的自然方法。

三、有些特別品種及變種的樹木，如果未達到充分寒冷程度及時間，至翌年春季及夏季時，樹仍保持休眠狀態，此稱爲延長休眠 (Prolonged rest)。

四、延長休眠現象，在大多溫暖地區已被承認，如果經過溫暖冬季，給予所需寒冷，可使其發芽提早，故延長休眠顯然可導致開花期及發芽期的延長。

五、延長休眠爲害結果：(1) 花芽過分脫落，尤以桃、杏爲甚，(2) 使開花期延長，常致開花結果同時出現，發育無序，此種開花期不規則現象，蘋果及梨較桃及杏爲明顯，晚開花不易結果，終使收獲量減低，(3) 果實大小及品質變差，(4) 生長期因有許多葉芽保持休眠狀態，使葉面積減少，營養生長不足。

六、打破休眠有關因素有：(1) 溫度，(2) 乾濕度，(3) 光度，(4) 化學品處理等。

七、最有效用打破休眠的化學藥品有 ethylene chlorhydrin, Sodium thiocyanate 及 Potassium thiocyanate，試驗材料有盆栽植物，馬鈴薯及唐菖蒲珠莖等。

The Comparative Amounts of Boron Requirement for the Growth of Sunflowers and Tomatoes.

By Shitao Yie Lo

Professor and Head, Department of Botany

Of the sixteen elements known to be essential for the growth of higher plants, seven elements, Fe, Mn, B, Cl, Zn, Cu and Mo are needed in relatively small amounts. Under ordinary conditions of water culture, 500 to 10 micrograms per liter of solution are provided to supply the plant's need for these elements, called micronutrients. It is generally not possible to demonstrate the Zn, Cu, Mo, or Cl requirement without special purification procedures for the chemicals and water used in preparing the nutrient solution or without resorting to special vessels. On the other hand, deficiency symptoms due to lack of Fe, Mn or B may ordinarily be obtained without resorting to special treatments to remove traces from commercial salts or ordinary distilled water.

The quantitative nutrient requirement for a particular micronutrient may vary widely from one plant species to another. For example, sunflowers and tomatoes require boron, but the relative amounts needed for the nutrition of the two species may be quite different. This will be demonstrated in the following experiment.

Materials and Methods

Procure 10 crocks and covers (2 gallon size, 1 gallon =3.785 liters). Also procure 25 one-hole corks. These are to be used to support the plants. The crocks, covers and corks that have already been suitably painted (Asphaltum varnish, "Amercoat" and some types of varnish have proven to be satisfactory for water culture work) to make them usable for water culture work. Rinse thoroughly, first with tap water and finally with distilled water. Clean 10 soft glass aerators (Pyrex should not be used, since it is a borosilicate glass) and place one aerator in each of the 10 crocks. The crocks are to be placed on the assigned aerator bench. Fill the crock about three-fourths full with distilled water and add stock salt solutions of the macronutrients to each container to make full strenghth Hoagland solution. The amounts are shown in the table below. It is advisable to stir the solution after each addition of stock solution in order to prevent precipitation due to local high concentrations of salts. The aerator may be used as a stirring rod.

Amounts of stock solution to be added to each 2 gallon crock

KNO_3 1 M……………………………………38 ml

$Ca(NO_3)_2$ 1 M…………………………………38 ml

Mg SO_4 1 M…………………………………15 ml

KH_2 PO_4 1 M………………………………7.5 ml

Add 7.5 ml without boron micronutrient stock solution to each crock. This stock solution contains 4000 parts per million (p.p.m.) Cl, 500 p.p.m. Mn, 50 p.p.m. Zn, 20 p.p.m. Cu, and 10 p.p.m. Mo.

In addition, 7.5 ml. of a 5 mgm Fe/ml stock Fe EDTA (The stock iron solution contains iron as ferric sodium ethylenediamine tetraacetate) solution are added to each crock.

The boron concentrations are prepared from a 1 mgm B/ml stock solution. Add no boron to the first pair of crocks, 0.38 ml of the stock 1 mgm B/ml solution to each of the second pair of crocks and similarly 2.3 ml to the third pair, 19.0 ml to the fourth pair and 38.0 ml to the last pair. Fill each crock to within 1/2 inch to the top. Connect aerator to the compressed air line using a small plug of cotton at the top of the aerator to filter the air. Place the covers in posiiton. For each series of the five micronutrient concentrations, prepare 25 single hole corks each with a seedling inserted into it. Use nonabsorbent cotton to hold the seedling in place. Float the corks with plants in a pan of water until ready to transfer to the solutions, and do not allow the roots to dry.

Adjust the air valves so a small stream of bubbles passes through the culture solution. After the plants have started growing, check the level of solution in the crocks frequently and replenish with distilled water as needed. At weekly intervals record the appearance of the plants, both tops and roots, as to size, color, leaf distortion, etc. Measure the pH of the nutrient solution twice a week.

After about five to eight weeks, depending upon the weather, harvest the plants by severing the tops from the roots at the base of the plant just above the cork, using a razor blade or scissors. Combine all plant tops grown in a single crock. Similarly, combine the roots from each crock. Place each of the twenty samples so obtained in separate labeled paper bags and dry in a ventilated oven at 60°C-70°C. Weigh the dried sample and record the yields.

Calculate the initial concentration of the nutrient solution in terms of milliequivalents per liter for the major nutrients and in p.p.m. for the micronutrients as below :

(A) Major nutrients 1 gallon=3.7853 liters

ION	me/liter
K	6.02
NO_3	15.09

Ca	10.06
SO_4	3.97
Mg	3.93
H_2PO_4	0.99

(B) Micronutrients

Stock solution =Cl 4000, Mn 500, Zn 50, Cu 20, Mo 10, p.p.m.

Feron stock solution (Fe EDTA) 5000 p.p.m.

Amount used 7.5×10^{-3} liter

$$\text{final conc.} = \frac{\text{conc. in p.p.m. of element in stock solution} \times 7.5 \times 10^{-3}}{3.785 \times 2} = \text{p.p.m.}$$

Cl	3.9636 p.p.m.
Mn	0.4950 p.p.m.
Zn	0.0495 p.p.m.
Cu	0.0199 p.p.m.
Mo	0.0099 p.p.m.
Fe	4.9550 p.p.m.

(C) Boron series were prepared by adding 0, 0.38, 2.50, 19.00, 38.00 ml of a stock solution 1 mg/liter.

$$\text{Final con.} = \frac{\text{ml of stock solution}}{3.785 \times 2} = \text{p.p.m. of Boron stock solution}$$

0 ml	0 p.p.m.
0.38 ml	0.050 p.p.m.
2.30 ml	0.302 p.p.m.
19.00 ml	2.510 p.p.m.
38.00 ml	5.010 p.p.m.

Experimental results

This experiment started on September 25, 1958, in the Department of Plant Nutrition, University of California and ended at the 31th of October the same year. First sunflower seedlings about 2 inch tall were put in 5 crocks and tomatoes seedling in another crocks, then in separate holes in the ten crocks and observations were made every week as follows.

On October 2, 1958 after water culture having started one week, it was observed the sunflower grown in solution without boron was weaker than the others. The whole body is small and the apical central leaves changed to light green, with some purple spots, and the base of young leaf showing distortions was not as smooth as normal, but the tomato was not as sensitive to boron as the sunflower, so no difference was found in the tomato in this week.

	Sunflower	Tomato 10/9
No.1 -Boron	Apical central leaves changed to yellow color with purple spots, subbuds branched out, folded small and short.	The central leaves abnormally folded, growth very small, light green color.
No.2 0.050	Growth better than No.1 but the apical meristem growth was limited.	Growth better than No.1 but the apical meristem growth was limited.
No.3 0.302	Growth more vigorous than No.2	Growth vigorous
No.4 2.510	Growth most vigorous of all.	Growth vigorous like No. 3
No.5 5.010	Growth less vigorous than No.4	Growth less vigorous than No.4 but better than No.1

	Sunflower	Tomato 10/14
No.1	Central leaves' color changed to brown, some dried and dead. Roots are weak, short and few.	Stem is weak, apical central leaves stop growth, margin turned in few roots, whole plant short and small.
No.2	Growth is better than No.1 but the node is short, limited apical meristem growth.	Growth better than No.1 but not very strong
No.3	Growth better than No.2	The best growth of all 5 crocks
No.4	The best growth of 5. crocks both shoots and roots	Growth vigorous like No.3
No.5	Growth is less vigorous than No.4 but much better than No.1	Growth is less vigorous than No.4 but better than No.1

	Sunflower	Tomato 10/23
No.1	Stem height 10-20 cm apical central leaves brown and shrunk and folded, roots are short and few.	Stem height 8-20 cm central leaves are small and folded but light green. Roots are short and few.
No.2	Stem height 30-32 cm central leaves brown and folded	Stem average about 30 cm high, root growth better than No.1

No. 3	Stem height 60 cm	Stem height 40 cm, stem and root both healthy best in 5 crocks.
No.4	The best shoots and roots	It seems like No.3
No.5	The growth is less vigorous than No.4 some lower leaves yellow and dry.	The growth is not as good as No.4

10/30

	Sunflower	Tomato
No.1	Stem height 10-12 inch, apical central leaves are dried and folded, roots short and few abnormal.	Stem height 20-24 cm apical buds are folded and yellow. This symptom is not as bad as sunflower, no flower bud.
No.2	Stem height 34-30 inch central leaves are not strong but flat and dry some lower leaves are brown.	Stem 50-55 cm high growth is better than No.1 with flower buds.
No.3	Stem height 30-45 inch growth is healthier than No.2 but the nodes short.	Stem height 55-63 cm the best growth with blossoms.
No.4	Stem height 50-55 inch growth vigorous, roots are long subroot development most healthy	Stem 50-60 cm high the growth is also good both stem and root with flower.
No.5	Stem height 40-50 inch, growth is not as good as No.4 but shoots and roots are more healthy than No.1	Stem 40-45 cm high the growth is not so good, the roots are not healthy as No. 4 with blossoms.

October 30 after water culture five weeks. Harvested the plants separately. First weighed the fresh plants and then dried in a ventilated oven at 60°-70° weighed the dried samples and recorded the yields as in the following table.

The fresh weight of tomato

	Stem of tomato fresh weight	Root of tomato fresh weight	Total fresh weight of stem and root
-Boron	70 Grams	15 grams	85 grams
0.050 p.p.m.	380 〃	65 〃	445 〃
0.502 〃	420 〃	85 〃	505 〃
2.510 〃	400 〃	85 〃	485 〃
5.010 〃	210 〃	35 〃	345 〃

The fresh weight of sunflower

	Stem of sunflower fresh weight	Root of sunflower fresh weight	Total fresh weight of stem and root
-Boron	55 grams	25 grams	80 grams
0.050 p.p.m.	390 〃	210 〃	600 〃
0.302 〃	620 〃	265 〃	885 〃
2.510 〃	745 〃	310 〃	1055 〃
5.010 〃	710 〃	240 〃	950 〃

The dry weight of tomato

	Stem of tomato dry weight	Root of tomato dry weight	Total dry weight of stem and root
-Boron	6.2 grams	0.9 grams	7.1 grams
0.050 p.p.m.	28.2 〃	2.4 〃	30.6 〃
0.302 〃	29.0 〃	3.5 〃	32.5 〃
2.510 〃	28.62 〃	3.52 〃	32.14 〃
5.010 〃	13.02 〃	1.2 〃	14.22 〃

The dry weigh of sunflower

	Stem of sunflower dry weight	Root of sunflower dry weight	Total dry weight of stem and root
-Boron	5.9 grams	1.2 grams	7.1 grams
0.050 p.p.m.	42.95 〃	9.42 〃	52.37 〃
0.302 〃	73.7 〃	16.72 〃	90.42 〃
2.510 〃	85.0 〃	17.6 〃	102.6 〃
5.010 〃	80.02 〃	14.01 〃	94.03 〃

pH measured from tomato water culture solution

Date		9/25	10/2	10/9	10/16	10/23	10/28	10/30
-Boron	pH	4.5	5.1	5.1	5.6	5.4	6.3	6.2
0.050 p.p.m.	pH	4.5	5.2	5.2	5.7	6.65	7.3	7.1
0.302 〃	pH	4.6	5.0	5.1	5.8	6.9	7.4	7.3
2.510 〃	pH	4.5	5.0	5.1	6.0	7.0	7.4	7.4
5.010 〃	pH	4.4	4.8	5.0	5.8	5.5	6.9	6.8

pH measured from sunflower water culture

Date		9/25	10/2	10/9	10/16	10/23	10/23	10/30
-Boron	pH	4.3	4.5	4.5	4.7	4.6	4.7	4.8
0.050 p.p.m.	pH	4.5	5.0	6.2	7.4	7.3	7.4	7.1
0.302 〃	pH	4.4	4.9	6.3	7.7	5.2	4.0	4.0
2.510 〃	pH	4.4	4.8	6.6	7.5	6.2	4.2	4.0
5.010 〃	pH	4.4	5.0	6.5	7.6	6.4	4.1	4.0

Changes in pH reflect differences in rate of absorption of cation and anion, mainly K^+ and NO_3^-. If K^+ absorbed more rapidly than NO_3^- the pH decreases. If NO_3^- absorbed more rapidly than K^+, pH increases, absorption of a cation results in the liberation of a H^+ into the solution absorption of an anion results in OH^- being liberated.

Summary

1. The sunflower growth in culture without boron after five weeks had stem height 10-20 inches just 1/5 the growth in culture with 2.510 p.p.m. boron. The apical central leaves became brown in color, were dried and folded, roots short and few abnormal.
2. The tomato growth in culture without boron after five weeks had the stem height 20-24 cm but the best growth stem height 55-63 cm was observed in culture with 0.302 p.p.m. boron. The apical buds became yellow, shrunk and folded, no flower bud, this symptom was not as severe as in case of sunflower.
3. When boron exceeded 5.010 p.p.m. reduced the growth in sunflowers and tomatoes.
4. Sunflower is more sensitive than tomato. 5 days after water culture disease of boron deficiency observed.
5. For sunflower the best concentration for good growth is 2.510 p.p.m. If boron exceeded 5.010 p.p.m. the growth reduced.
6. Tomato with 0.302 p.p.m. of boron is good for growth but even 0.050 p.p.m., 0.032 p.p.m. and 2.510 p.p.m. concentration, there was not much difference in growth.
7. The best concentration of boron for sunflower is 2.510 p.p.m. and 0.302 p.p.m. for tomato.

Sunflower



-Boron 0·050 0.502 2.510 5.010

Tomato



-B. 0.050 0.502 5.010 2.510

(Conc. of Boron in p.p.m)

This photograph was taken after four weeks, October 19.

Reference

1. Broyer, T. C. ,Carlton, A. B., Johnson, C. M. and Stont, P. R. Chlorine.A Micronutrient Element for Higher Plants. Plant Physiology 29 : 526-532 (1954)

2. Ganch ,H. G. and Dugger, W.M. Jr. The Role of Boron in the Translocation of Sucrose. Plant Physiology 28 : 457-66 (1953) .

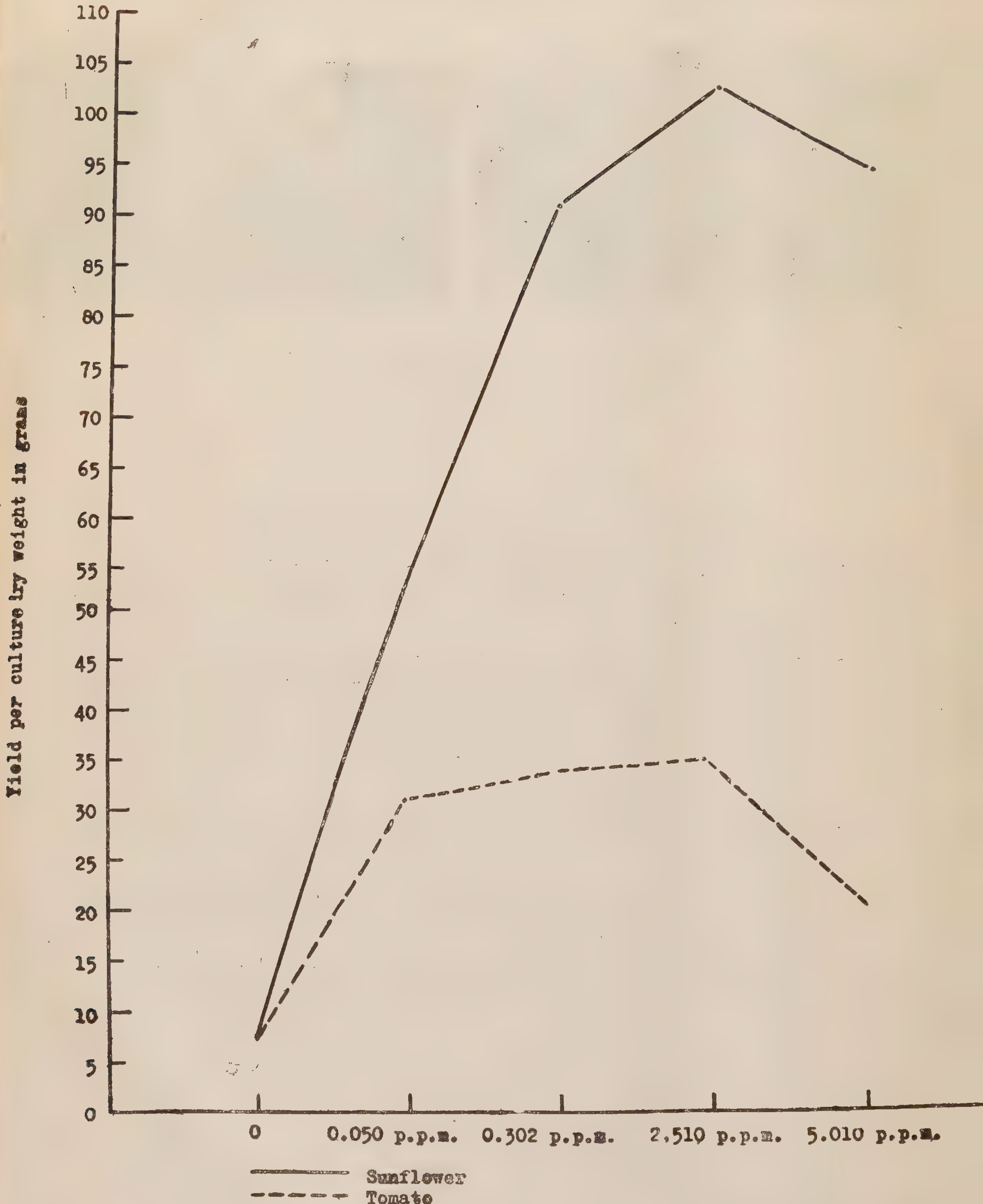
3. Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. Circular 347, College of Agriculture. Univ. of Calif., Berkeley, 1950.

4. Hoagland, D.R. Inorganic Plant Nutrition, Chap. 2 Chronica Botanica Co., 1948.

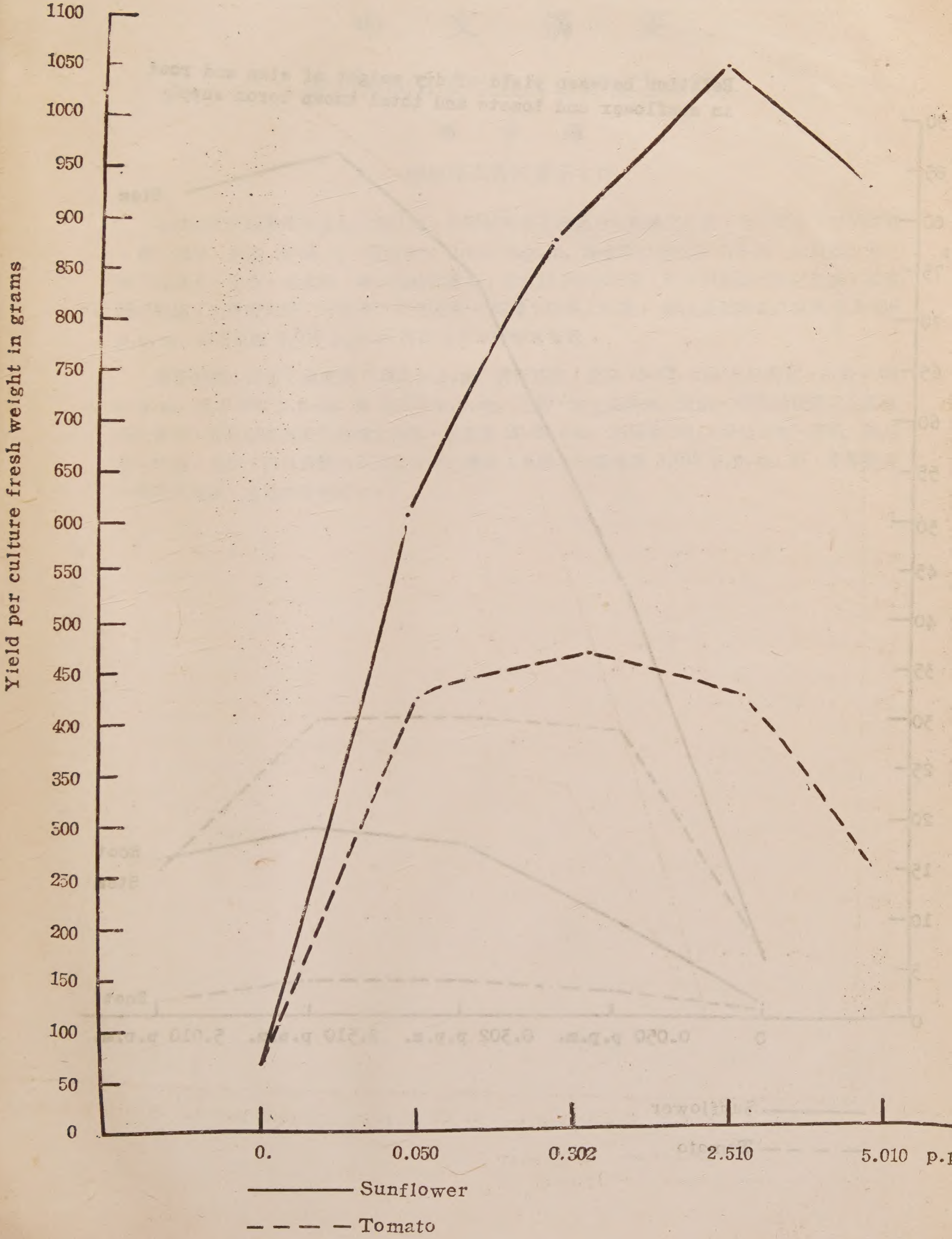
5. Leeper, G.W. Factors Affecting Availability of Inorganic Nutrients in Soil with Special Reference to Micronutrient Metals. Ann. Rew. Plant Physiol. 3 : 1-16 (1952) .

6. Symposium on Minor Elements. Soil Sci. 60 : 1-90, 91-180 (1945)

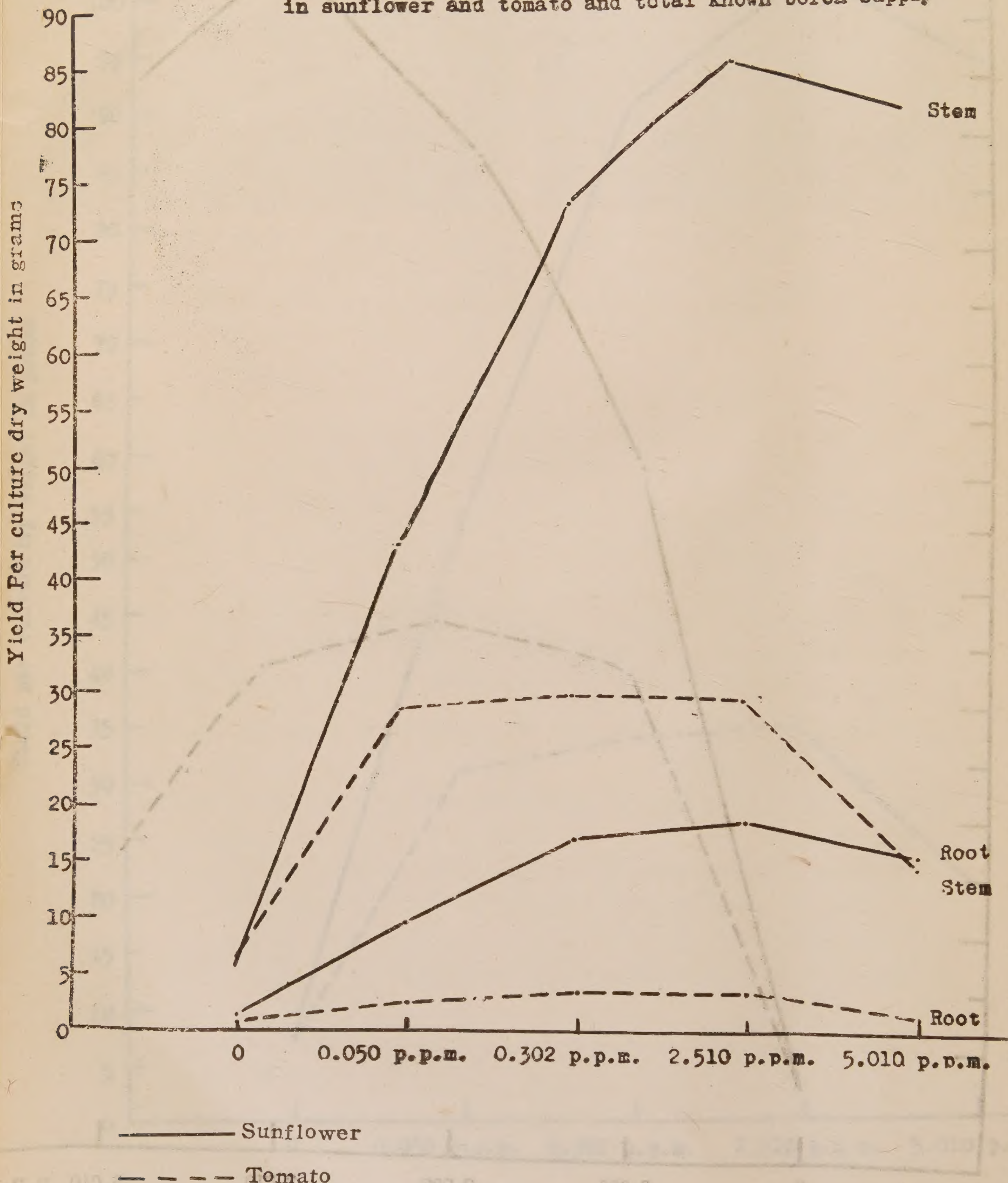
ielation between yield of total dry weight and total Known boron supply in sunflower and tomato



Rleation between yield of total fresh weight and total known supply sunflower and tomato



Relation between yield of dry weight of stem and root in sunflower and tomato and total known boron supply



中　文　摘　要

蕃茄與向日葵生長所需硼量之比較

易　希　道

植物學系教授兼系主任

在缺硼元素培養液中生長之向日葵，有限制其莖及根端分生組織之生長，全株矮小，而節間短，經五週後，莖高 10-20 吋，僅相當於 2.510 p.p.m. 硼量液中生長者 1/5 高，其頂端中央之葉，位置水平形小，呈褐色，漸次乾枯而皺縮，根短而少多不正常，向日葵對硼元素之作用，較蕃茄為敏感，生長於缺硼之培養液中五天以後， 即發生缺硼之病態， 其生長最適宜之濃度為 2.510 p.p.m. 倘硼量達 5.010 p.p.m 時則生長率即顯著降低。

蕃茄對硼生長最佳濃度為 0.302 p.p.m. 發育甚佳，莖高 55-63 cm 且已開花，但於 0.05 p.p.m. 及 0.302 p.p.m. 與 2.510 p.p.m. 之間，其生長率無大差別，培養於缺硼元素溶液中之蕃茄，有限制其莖尖及根端之伸長，莖高僅 20-24 cm. 頂端葉形小，而呈黃色、萎縮、無花蕾、根短、且少，但其病態則不及向日葵之嚴重（見圖）倘硼量達 5.010 p.p.m. 時，亦影響其生長率之現象，莖矮而重量減少。